

# Dissertação de Mestrado

Sistematização do processo de projeto para  
produção de alvenaria estrutural com blocos de  
concreto em edifícios residenciais

Mayara Amin de Lima



Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo



Mayara Amin de Lima

SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO PARA  
PRODUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE  
CONCRETO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eng<sup>ª</sup> Lisiane Ilha Librelotto.

Florianópolis  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lima, Mayara Amin de

Sistematização do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto em edifícios residenciais / Mayara Amin de Lima ; orientador, Lisiane Ilha Librelotto - Florianópolis, SC, 2015.

264 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Projeto para produção. 3. Racionalização construtiva. 4. Projeto arquitetônico. 5. Alvenaria estrutural. I. Librelotto, Lisiane Ilha. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Mayara Amin de Lima

SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO PARA  
PRODUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE  
CONCRETO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Esta dissertação foi julgada e aprovada perante banca examinadora de trabalho final, outorgando à aluna o título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído, do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.



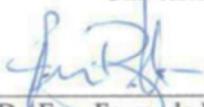
Prof. Dr. Eng. Fernando Barth

Coordenador do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Eng. Lisiane Ilha Librelotto - Orientadora/ Moderadora  
Universidade Federal de Santa Catarina



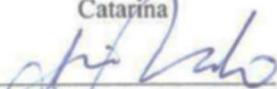
Prof. Dr. Eng. Fernando Barth  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Pós-Dra. Arq. Regiane Trevisan Pupo  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. PhD Eng. Cristine do Nascimento Mutti  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Pós-Dr. Eng. Silvio Burrattino Melhado  
Universidade de São Paulo

Florianópolis, 2015



Dedico este trabalho aos meus pais  
Roberto e Elisa



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, Roberto e Elisa, pelo amor e incentivo incondicionais, pelos lanchinhos discretamente preparados e por nunca terem me deixado desistir. Eu não teria conseguido sem vocês.

A minha irmã Sarah, por ter sido sempre um exemplo de inteligência e maturidade e pelas correções aos quarenta e cinco do segundo tempo.

Ao Maiko Richter, pelo carinho e paciência, por ter compreendido os momentos em que estive ausente e por ser a “luz que não produz sombra” (HG).

A minha orientadora Prof. Dra. Lisiane Ilha Librelotto, por ter aceitado me acompanhar neste trabalho, pelo conhecimento transmitido e pela enorme paciência nos últimos dois anos.

À Rôgga Empreendimentos, através do sr. Carlos Rebollo, por ter apoiado a realização deste Mestrado.

Aos senhores Francisco Hackbarth e Gerson Castanho, pela oportunidade e apoio à realização do trabalho e pela compreensão nos momentos de ausência.

Ao amigo Tarcísio Ruthes, pela parceria e paciência nos momentos difíceis. Obrigada por ter sido meus olhos e meus braços quando eu não pude estar presente. Eu não teria conseguido sem o seu apoio.

Aos amigos de engenharia Rodrigo Cardoso, Felipe Joenck, Guinter Walter, Murilo Juppa e Maurício Straub por não me deixarem esquecer a importância dos bons e velhos amigos, mesmo com o tempo e a distância.

Aos amigos Claudio Pazinato, Sônia Prim, Daniela Butzke e Alayne Schelbauer, pelo apoio e compreensão nos momentos em que estive ausente.

À parceira de mestrado Tamyres Narloch, pela companhia nas viagens de madrugada, pelas rápidas compras populares e pelos fartos lanchinhos compartilhados.

A Julianna Krüger, Thaise Dalmonico e Tamara Schimanoski que ofereceram contribuições importantes ao desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU) pela oportunidade de realização do mestrado.



“Você, que tem ideias tão modernas, é o mesmo  
homem que vivia nas cavernas”  
(Humberto Gessinger, 1986)



## RESUMO

Devido às alterações de mercado e à introdução de estratégias de racionalização construtiva, novos requisitos foram atribuídos ao projeto, entre eles a necessidade de definição do processo construtivo. O projeto para produção atua como agente de integração entre o produto e o processo de produção, antecipando o como fazer e auxiliando a tomada de decisão antes do momento da execução. O objetivo principal desta pesquisa é sistematizar o processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto em edifícios residenciais. Trata-se de um estudo de caso aplicado em duas obras de uma construtora do norte do estado de Santa Catarina. O método deste estudo dividiu-se em quatro etapas: etapa preliminar de pesquisa, diagnóstico, proposição do modelo, aplicação e consolidação. A etapa preliminar de pesquisa consistiu na revisão bibliográfica. O diagnóstico compreendeu a análise da conduta empresarial da construtora, as análises de evidências do estudo de caso (documentação, entrevistas, observação direta e participante), bem como a elaboração e aplicação de *check lists* de avaliação. A proposta do modelo foi realizada através do método da pesquisa-ação. A etapa de aplicação e consolidação utilizou, além do método da pesquisa-ação, o método PDCA como forma de retroalimentação do processo. O modelo de processo de projeto para produção consiste em um fluxo cíclico composto de seis etapas: anteprojetado, detalhamento, análise crítica, implantação e acompanhamento, análise de desempenho e retroalimentação. As etapas possuem documentos de registro e controle a fim de iniciar a estruturação de um Banco de Tecnologia Construtiva na empresa. A aplicação do modelo na construtora resultou na elaboração dos projetos para produção de sequência de alvenaria estrutural e de colocação de peitoril de janelas. No primeiro caso foram testadas as etapas relacionadas à elaboração do projeto, com foco na racionalização construtiva da alvenaria. Foi possível retroalimentar os demais projetos do empreendimento, evidenciando o potencial compatibilizador do projeto para produção. Foram incrementadas melhorias no modelo e este foi aplicado ao segundo caso. Neste, além das etapas de projeto, houve a aplicação do projeto para produção em obra. Ao longo da implantação e acompanhamento da utilização notou-se que o projeto para produção atuou como complemento às deficiências do projeto arquitetônico. A segunda aplicação evidenciou possibilidades de melhoria no modelo, tais como a necessidade de vinculação das informações aos setores de Qualidade e Assistência Técnica e a criação de indicadores para

medição ao longo da implantação, do acompanhamento e da análise de desempenho do projeto. Como uma contribuição ao conhecimento a presente pesquisa apresenta um modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto que promove a racionalização construtiva de etapas críticas da obra de edifícios residenciais e gera informações de retroalimentação como subsídios à elaboração de diretrizes de projetos, em especial o projeto arquitetônico.

**Palavras-chave:** Projeto para produção. Racionalização construtiva. Projeto arquitetônico. Alvenaria estrutural. Edifícios residenciais.

## ABSTRACT

Due to market changes and the introduction of constructive rationalization strategies, new requirements were assigned to the design, including the need to define the construction process. The design for production has a function of an integrating agent between the product and the production process, anticipating how to do and assisting decision-making just before the execution. The main objective of this research is to systematize the design for production process of structural masonry with concrete blocks in residential buildings. It is a case study applied in two buildings of a construction company in the northern state of Santa Catarina. The methodology of this study was divided into four stages: preliminary stage of research, diagnosis, model proposition, implementation and consolidation. The preliminary stage of the research was the literature review. The diagnosis included analysis of business conduct of the construction company, analysis of the case study evidences (documentation, interviews, direct and participant observation), as well as the development and implementation of assessment checklists. The model proposed was applied through the action-research method. The stage of implementation and consolidation used the PDCA method as a way to process feedback, in addition to the action-research method. The model of design for production process is a cyclical flow with six steps: draft, detailing, critical analysis, implementation/monitoring, performance analysis and feedback. The steps include registration and control documents in order to start structuring a Constructive Technology Database in the company. The application of the model resulted in the design for production of structural masonry sequence and settlement of window sill. In the first case the steps related to the design development were tested, focusing on constructive rationalization of masonry. It was possible to feedback the other enterprise design, mainly architectural design, highlighting the compatibility potential of the design for production. There were increased improvements in the model and it was applied to the second case with there was the implementation of the design for production in building, in addition to the developing of the design phases. Throughout implementation and monitoring, it was noticed that the design for production had a function of a complement to the architectural design shortcomings. The second application showed up improvement possibilities to the model, such as the need to link the information to Quality and Service Sectors and the development of measure indicators to the implementation, monitoring and during the design performance

analysis. As a contribution to the knowledge, this research presents a model of design for production process of structural masonry with concrete blocks that promotes the constructive rationalization of residential buildings critical stages and generates feedback information to support de design guidelines, especially to the architectural design.

**Key-words:** Design for production. Constructive rationalization. Architectural design. Structural masonry. Residential buildings.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nível de atividade efetivo em relação ao usual .....	31
Figura 2 - A estreita relação entre o que o cliente deseja, o projeto do produto e o processo de fabricação .....	34
Figura 3 – Métodos, ferramentas e técnicas de pesquisa.....	37
Figura 4 - A implementação da racionalização construtiva em um programa de evolução tecnológica envolvendo a organização do processo de projeto.....	44
Figura 5 - Objetivos das medidas de racionalização construtiva.....	45
Figura 6 - Projeto com foco na construtibilidade .....	47
Figura 7 - Planejamento de projeto e desenvolvimento conforme NBR ISO 9001 .....	49
Figura 8 - Funções da coordenação de projetos .....	52
Figura 9 – Caminho de migração para a melhoria do processo de projeto de edificações .....	53
Figura 10 - Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento ao longo de suas fases .....	56
Figura 11 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.....	57
Figura 12 - Etapas do processo de projeto .....	66
Figura 13 – Metodologia para o desenvolvimento de MPSConstr.....	68
Figura 14 – Estrutura do subsistema projeto .....	70
Figura 15 – Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento .....	72
Figura 16 - Documentos de referência para a etapa de projeto para produção.....	73
Figura 17 – Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto.....	74
Figura 18 - Análise crítica da fase de detalhamento.....	75
Figura 19 - Introdução do PPVV no processo de projeto.....	76
Figura 20- Sequência de etapas de desenvolvimento do PPVV .....	76
Figura 21 - Fluxograma de desenvolvimento de PPVV proposto para a elaboração do método.....	77
Figura 22 - Inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento.....	78
Figura 23 - Processo de desenvolvimento do projeto durante o ciclo de vida do empreendimento .....	79
Figura 24 - Estrutura para o processo de projeto.....	81
Figura 25 - Responsável pela elaboração do projeto para produção .....	98

Figura 26 - Diretrizes para incorporação dos projetos para produção em construtoras .....	99
Figura 27 - Proposta do Banco de Tecnologia Construtiva como ligação entre etapas de projeto e execução e parte do processo de desenvolvimento tecnológico da empresa.....	101
Figura 28- Esquematisação dos conceitos de modelo, metodologia e abordagem.....	104
Figura 29 – Esquematisação/conceituação dos indicadores de desempenho e seus enquadramentos no modelo ESA .....	105
Figura 30 - Avaliação do posicionamento das empresas no Modelo ESA .....	106
Figura 31 – Etapas da pesquisa .....	109
Figura 32 – Etapas de desenvolvimento do diagnóstico .....	112
Figura 33 - Etapas da avaliação da conduta empresarial .....	113
Figura 34 - Possibilidades de intervenção para melhoria.....	125
Figura 35 - Fluxo de projetos na construtora .....	127
Figura 36 – Esquema da elaboração de projetos para produção na construtora .....	130
Figura 37 - Motivo das não conformidades de custo .....	131
Figura 38 – Desvio de custos por setor no ano de 2014.....	131
Figura 39 - Causa dos problemas de obra relacionados aos projetos..	132
Figura 40 - Incidência dos problemas por disciplina .....	133
Figura 41 - Análise dos resultados de conformidade das diretrizes para incorporação dos projetos para produção.....	136
Figura 42 - Análise dos resultados de conformidade aos requisitos aplicáveis aos projetos para produção da construtora .....	140
Figura 43 - Análise dos resultados de conformidade do projeto arquitetônico .....	146
Figura 44 - Definição da intervenção.....	148
Figura 45 - Modulação da alvenaria (planta de primeira fiada).....	151
Figura 46 - Vergas e contra vergas .....	152
Figura 47 - Estocagem e utilização das vergas pré-moldadas em obra	153
Figura 48 - Passagens elétricas e de gás.....	153
Figura 49 – Excerto do procedimento executivo de alvenaria .....	154
Figura 50 - Nivelamento dos escantilhões .....	155
Figura 51 - Elevação das paredes.....	155
Figura 52 - Execução do castelinho .....	156
Figura 53 - Andaimes formados por cavaletes metálicos e tábuas de madeira.....	156
Figura 54 - Fixação do guarda corpo metálico de periferia .....	157
Figura 55 - Utilização da bisnaga para argamassa .....	158

Figura 56 – Furo do bloco com a utilização da colher (a) e com a utilização da bisnaga (b).....	158
Figura 57 - Disposição dos materiais e equipamentos no pavimento..	159
Figura 58 - Interferência de instalação elétrica na alvenaria estrutural	159
Figura 59 - Pré-moldados de vãos de janelas (vergas e contravergas)	160
Figura 60 - Andaime metálico industrializado .....	161
Figura 61 - Patologias causadas pela colocação indevida dos peitoris	163
Figura 62 - Proposta inicial de modelo .....	165
Figura 63 – Modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto.....	167
Figura 64 - Inserção dos projetos para produção no fluxo de projetos	175
Figura 65 - Documento Histórico de projeto.....	177
Figura 66 - Documento análise crítica dos projetos .....	178
Figura 67 - Documento registro de dados técnicos .....	179
Figura 68 - Exemplo de <i>check list</i> de análise crítica .....	180
Figura 69 - Exemplo de documento de análise de desempenho.....	181
Figura 70 - <i>Layout</i> pavimento tipo humanizado.....	184
Figura 71 – Fachada do empreendimento A.....	184
Figura 72 - Canteiro de obras do Empreendimento A.....	185
Figura 73 - <i>Layout</i> pavimento tipo humanizado.....	186
Figura 74 – Fachada do empreendimento foco do estudo piloto.....	186
Figura 75 - Canteiro de Obras Empreendimento B .....	187
Figura 76 - Posicionamento dos eixos e divisão do pavimento.....	191
Figura 77 - Posicionamento dos pré-moldados maiores (vigas e escada) .....	193
Figura 78 - Segmentação da alvenaria em grupos de trabalho no lado A .....	194
Figura 79 - Sequência de execução da alvenaria para o primeiro dia de elevação.....	195
Figura 80 - Divisão do pavimento em quadrantes.....	196
Figura 81 - Exemplo de planta de sequência de alvenaria do lado A..	197
Figura 82 - Planta de sequência de alvenaria - dia 2 lado A .....	200
Figura 83 - Forma correta de colocação de peitoril (caso A) e forma incorreta (caso B).....	202
Figura 84 - Indicação do vão das esquadrias.....	203
Figura 85 - Detalhamento do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas .....	205
Figura 86 - Indicação das etapas de colocação.....	206
Figura 87 - Grauteamento da canaleta de contra verga .....	208
Figura 88 - Assentamento da ardósia entrando na lateral da alvenaria	208
Figura 89 - Peitoril da janela após a colocação da esquadria .....	209



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo das propostas de fluxo .....	86
Quadro 2 – Informações do projeto do canteiro de obras.....	95
Quadro 3 - Informações do projeto do processo de produção.....	96
Quadro 4 - Publicações encontradas na busca pelo termo projeto para produção.....	111
Quadro 5 - Avaliação de diretrizes para incorporação dos projetos para produção na construtora .....	135
Quadro 6 – Resultado da avaliação dos projetos para produção .....	139
Quadro 7 - Avaliação do conteúdo do projeto executivo arquitetônico .....	142
Quadro 8 – Dados de entrada da etapa de anteprojeto .....	168
Quadro 9 - Atividades da etapa de anteprojeto .....	169
Quadro 10 - Produtos gerados na etapa de anteprojeto .....	169
Quadro 11 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de detalhamento .....	170
Quadro 12 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de análise crítica.....	171
Quadro 13 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de implantação e acompanhamento .....	171
Quadro 14 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de análise de desempenho .....	172
Quadro 15 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de retroalimentação.....	172
Quadro 16 - Itens elencados no projeto de arquitetura.....	198
Quadro 17 – Itens elencados no projeto de arquitetura .....	203
Quadro 18 - Guia de entrevistas com o setor de Incorporações .....	235
Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos.....	235
Quadro 20 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos e Incorporações .....	240
Quadro 21 - Guia de entrevistas com as equipes de obra.....	241
Quadro 22 - Guia de entrevistas com o setor de Orçamentos .....	244
Quadro 23 - Guia de entrevistas com a Assistência Técnica.....	244
Quadro 24 - <i>Check list</i> Diretrizes para incorporação dos projetos para produção.....	245
Quadro 25 – <i>Check list</i> Escopo dos projetos para produção .....	247
Quadro 26 - <i>Check list</i> Conteúdo do projeto executivo de arquitetura	249
Quadro 27 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de sequência de alvenaria.....	255

Quadro 28 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de colocação de peitoril em janelas.....	258
Quadro 29 - Avaliação dos indicadores de conduta.....	261

## LISTA DE SIGLAS

<b>ABAP</b>	Associação Brasileira de Arquitetos Paisagistas
<b>ABECE</b>	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABRAMAT</b>	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
<b>ABRAVA</b>	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento
<b>ABRASIP</b>	Associação Brasileira de Sistemas Prediais
<b>AGESC</b>	Associação Brasileira de Gestores e Coordenadores de Projeto
<b>ANP</b>	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
<b>ASBEA</b>	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
<b>BIM</b>	<i>Building Information Modeling</i>
<b>BNDES</b>	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
<b>BTC</b>	Banco de Tecnologia Construtiva
<b>CAD</b>	<i>Computer Aided Design</i>
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CBIC</b>	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
<b>CII</b>	<i>Construction Industry Institute</i>
<b>CNI</b>	Confederação Nacional da Indústria
<b>DP</b>	Desenvolvimento de Produtos/ Processos
<b>ESA</b>	Econômica, Social e Ambiental
<b>FA</b>	Fraco
<b>FO</b>	Forte
<b>GPPIE</b>	Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IPI</b>	Imposto sobre Produtos Industrializados
<b>IT</b>	Intermediário
<b>MPSConstr.</b>	Métodos, processos e sistemas construtivos
<b>NL</b>	Nulo
<b>PAC</b>	Programa de Aceleração do Crescimento
<b>PeD</b>	Pesquisa e Desenvolvimento
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PM</b>	Produção de Manutenção
<b>PPAV</b>	Projeto para produção de alvenaria de vedação

<b>PPRF</b>	Projeto para produção de revestimento de fachada
<b>PPVV</b>	Projeto para produção de vedações verticais
<b>UCO</b>	Utilização da Capacidade de Operação
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>VUP</b>	Vida útil de projeto

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>29</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	29
1.2 JUSTIFICATIVA .....	31
1.3 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA .....	33
1.4 OBJETIVOS .....	36
<b>1.4.1 Objetivo geral</b> .....	<b>36</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>36</b>
1.5 PRESSUPOSTO DA PESQUISA .....	36
1.6 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE PESQUISA ....	36
1.7 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	37
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	39
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>41</b>
2.1 CONCEITOS INICIAIS .....	41
<b>2.1.1 Racionalização construtiva</b> .....	<b>43</b>
<b>2.1.2 Construtibilidade</b> .....	<b>46</b>
<b>2.1.3 Qualidade</b> .....	<b>48</b>
<b>2.1.4 Desempenho</b> .....	<b>50</b>
<b>2.1.5 Gestão e coordenação de projetos</b> .....	<b>51</b>
<b>2.1.6 Compatibilização</b> .....	<b>54</b>
2.2 A ETAPA DE PROJETO .....	55
<b>2.2.1 O conceito de projeto</b> .....	<b>59</b>
<b>2.2.2 O fluxo do processo de projeto e projeto para produção</b> .....	<b>61</b>
2.3 A RELAÇÃO DO PROJETO COM A PRODUÇÃO .....	87
<b>2.3.1 O projeto para produção na construção civil</b> .....	<b>88</b>
<b>2.3.2 Diferença entre o projeto para produção e o projeto executivo</b> .....	<b>91</b>
<b>2.3.3 Escopo do projeto para produção</b> .....	<b>92</b>
<b>2.3.4 A origem do projeto para produção</b> .....	<b>96</b>
<b>2.3.5 O local e os responsáveis pela elaboração do projeto para produção</b> .....	<b>97</b>
<b>2.3.6 Diretrizes para incorporação do projeto para produção em construtoras</b> .....	<b>98</b>
<b>2.3.7 O Banco de Tecnologia Construtiva</b> .....	<b>99</b>
2.4 CONCEITUAÇÃO DE MODELO .....	102
2.5 O MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005) .....	104
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO .....	107
<b>3 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE PESQUISA</b> .....	<b>109</b>
3.1 ETAPA PRELIMINAR DE PESQUISA .....	109
3.2 DIAGNÓSTICO .....	112

3.3 PROPOSIÇÃO DO MODELO.....	118
3.4 APLICAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO.....	120
<b>4 DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>123</b>
4.1 AVALIAÇÃO DA CONDUTA EMPRESARIAL DA CONSTRUTORA.....	123
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO NA EMPRESA CONSTRUTORA.....	125
4.3 ANÁLISE DE DADOS DE CUSTO E PLANEJAMENTO DAS OBRAS.....	130
4.4 ANÁLISE DOS DADOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	133
4.5 ANÁLISE DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO NA CONSTRUTORA.....	134
4.6 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO REALIZADOS NA CONSTRUTORA.....	138
4.7 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS EXECUTIVOS.....	141
4.8 DEFINIÇÃO DA INTERVENÇÃO.....	147
4.9 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	151
<b>4.9.1 O processo de projeto da alvenaria estrutural.....</b>	<b>151</b>
<b>4.9.2 O processo executivo da alvenaria estrutural.....</b>	<b>154</b>
<b>4.9.3 Fatores concomitantes ao projeto para produção da sequência de alvenaria que contribuíram para a sua elaboração.....</b>	<b>160</b>
<b>4.9.4 Peitoril de janela: aspectos de projeto e de execução.....</b>	<b>162</b>
<b>5 MODELO DE PROCESSO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO.....</b>	<b>165</b>
5.1 FORMULAÇÃO DO MODELO E SUAS ETAPAS.....	165
5.2 INSERÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO NO PROCESSO DE PROJETOS DA CONSTRUTORA FOCO DA ANÁLISE.....	173
<b>5.2.1 Momento da elaboração do projeto para produção.....</b>	<b>174</b>
<b>5.2.2 O local e os responsáveis pela elaboração do projeto para produção.....</b>	<b>175</b>
5.3 O BANCO DE TECNOLOGIA CONSTRUTIVA E OS DOCUMENTOS DE CONTROLE.....	176
<b>6 APLICAÇÃO E RESULTADOS.....</b>	<b>183</b>
6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS.....	183
<b>6.1.1 Empreendimento A.....</b>	<b>183</b>
<b>6.1.2 Empreendimento B.....</b>	<b>185</b>
6.2 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE SEQUÊNCIA DE ALVENARIA ESTRUTURAL.....	187

<b>6.2.1 Anteprojeto .....</b>	<b>188</b>
<b>6.2.2 Detalhamento .....</b>	<b>199</b>
<b>6.2.3 Análise crítica .....</b>	<b>200</b>
<b>6.3 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE COLOCAÇÃO DE PEITORIL DE JANELAS .....</b>	<b>201</b>
<b>6.3.1 Anteprojeto .....</b>	<b>201</b>
<b>6.3.2 Detalhamento .....</b>	<b>204</b>
<b>6.3.3 Análise crítica .....</b>	<b>206</b>
<b>6.3.4 Implantação e acompanhamento .....</b>	<b>207</b>
<b>6.3.5 Análise de desempenho .....</b>	<b>209</b>
<b>6.3.6 Retroalimentação .....</b>	<b>210</b>
<b>6.4 OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO PROJETO ARQUITETÔNICO .....</b>	<b>211</b>
<b>6.4.1 Pontos elencados no projeto de sequência de alvenaria .....</b>	<b>211</b>
<b>6.4.2 Pontos elencados no projeto de colocação de peitoril de janela .....</b>	<b>213</b>
<b>6.4.3 Outras considerações sobre o projeto arquitetônico .....</b>	<b>213</b>
<b>7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>217</b>
<b>7.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>217</b>
<b>7.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO.....</b>	<b>220</b>
<b>7.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>221</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>223</b>
<b>APÊNDICE A – Perguntas das entrevistas sobre o fluxo de projetos e projetos para produção na construtora.....</b>	<b>235</b>
<b>APÊNDICE B – <i>Check list</i> Diretrizes para incorporação dos projetos para produção.....</b>	<b>245</b>
<b>APÊNDICE C – <i>Check list</i> Escopo dos projetos para produção... </b>	<b>247</b>
<b>APÊNDICE D – <i>Check list</i> Conteúdo do projeto executivo de arquitetura.....</b>	<b>249</b>
<b>APÊNDICE E - <i>Check list</i> de verificação do projeto para produção de sequência de alvenaria .....</b>	<b>255</b>
<b>APÊNDICE F – <i>Check list</i> de verificação do projeto para produção de colocação de peitoril em janelas.....</b>	<b>258</b>
<b>ANEXO A – Indicadores para avaliação da conduta empresarial</b>	<b>261</b>



# 1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa foi realizada a partir de dados e estudos de casos proporcionados por uma construtora do norte do estado de Santa Catarina. Conforme já afirmava Franco (1992), a parceria entre a Universidade e a empresa construtora é essencial para o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa aplicada, mostrando a contribuição da Universidade para o desenvolvimento da sociedade.

Este capítulo inicia com uma breve contextualização do cenário da construção civil, seguida da apresentação da justificativa e da problemática da pesquisa. Na sequência são abordados os objetivos, o pressuposto da pesquisa, um breve resumo dos métodos, ferramentas e técnicas utilizados e a delimitação da pesquisa. Para finalizar o capítulo apresenta-se a estrutura do trabalho.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção civil possui os requisitos necessários para impulsionar a economia, pois requer o uso intensivo de mão de obra e representa uma extensa cadeia produtiva tendo como produto final a moradia, que possui um forte caráter social (CBIC, 2012).

Segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2011) resultados expressivos na Construção Civil começaram a ser observados a partir de 2004. De 2004 a 2010 a Construção nacional cresceu 42,41%, o que significou uma taxa anual média de 5,18%. Em 2010 a Construção Civil atingiu desempenho recorde com um PIB (Produto Interno Bruto) aproximado de 165 bilhões de reais, o que correspondeu a 5,3% do PIB total do Brasil, colocando-se um marco de recuperação do dinamismo do setor.

Em função da base de comparação elevada em 2010, as taxas de crescimento do setor em 2011 registraram números bem mais modestos, em que os índices entraram num patamar de maior equilíbrio (CBIC, 2011). Conforme informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011) no ano de 2011, a economia brasileira sofreu o impacto de muitos acontecimentos internacionais, caracterizados pela crise fiscal na Europa e pelo baixo crescimento dos países desenvolvidos.

Por outro lado, ao longo do ano de 2011, a indústria da construção sofreu influências positivas de um conjunto de fatores relacionados ao setor, sendo eles: maior oferta de crédito imobiliário,

aumento nos desembolsos para obras de infraestrutura do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), crescimento do emprego e da renda familiar, incremento no consumo das famílias e a manutenção da desoneração do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) de diversos insumos da construção. Este cenário favorável à construção, juntamente com programas de investimento como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Programa Minha Casa Minha Vida, contribuiu para que fossem realizados investimentos em obras de infraestrutura e na construção de edificações residenciais (IBGE, 2011).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção - ABRAMAT (2013) em 2012 o PIB da cadeia produtiva da construção, composta pela construção civil, indústria e comércio de materiais, serviços, máquinas e equipamentos, foi de 328,5 bilhões de reais, o que representou 8,8% do PIB do país, com crescimento nominal de 4,3% em relação aos números de 2011. Descontando-se a inflação, houve uma queda de 2,9%. O setor da construção civil foi responsável por 65% do PIB de toda a cadeia, somando 213,4 bilhões de reais. Os números de 2012 confirmaram o cenário de 2011, com taxas de crescimento mais discretas.

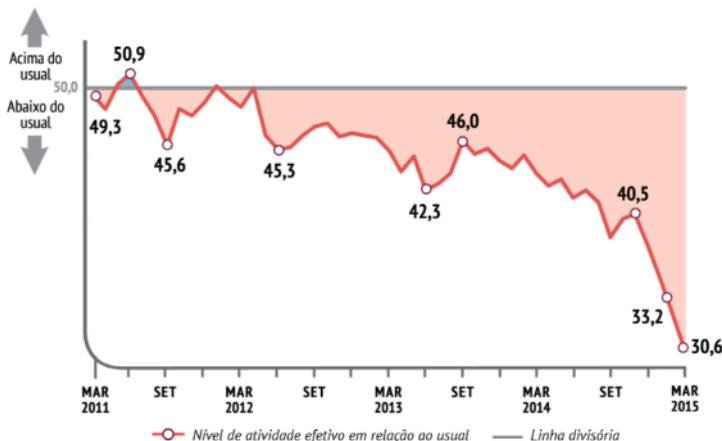
O ano de 2013 foi marcado pelo final do ciclo de forte expansão da construção civil, com crescimento do setor de apenas 1,6%. É válido citar que em 2013 o PIB brasileiro registrou expansão de 2,5%. Nos últimos seis anos, apenas em 2009 o crescimento setorial ficou abaixo do resultado da economia. Esta progressiva desaceleração somou-se também a fatores adversos de natureza macroeconômica e estrutural (ABRAMAT, 2014).

Em 2015 a situação não é muito diferente. Sucessivas quedas no nível de atividade, retração no número de novos empreendimentos e serviços, baixo nível da Utilização da Capacidade de Operação (UCO) e redução no número de trabalhadores são algumas manifestações das empresas do segmento de construção civil (BRASÍLIA, 2015a).

O estudo intitulado Sondagem Indústria da Construção de março de 2015 da Confederação Nacional da Indústria – CNI, realizado com 577 empresas brasileiras, apresentou um gráfico comparativo do nível de atividade efetivo das empresas de construção civil. No gráfico (Figura 1) pode-se notar que o nível de atividade seguiu se afastando do usual, atingindo um piso histórico (BRASÍLIA, 2015b).

Figura 1 - Nível de atividade efetivo em relação ao usual

Índice de difusão (0 a 100 pontos)



Fonte: Brasília, 2015b.

Para reverter este cenário de queda no nível das atividades do setor da construção, é fundamental não apenas retomar o ritmo na ponta da cadeia, mas também recuperar condições adequadas de competitividade para as empresas do setor (ABRAMAT, 2014). Neste contexto, torna-se atual a afirmação de Aquino e Melhado (2001) de que a necessidade de se manterem competitivas no mercado faz com que as empresas construtoras modifiquem a ideia da forma de produzir do edifício. Isso gera investimentos em melhoria nos processos e suas fases, com o objetivo de obterem qualidade e produtividade.

Ainda sobre competitividade, uma pesquisa realizada em 537 empresas da construção civil no Brasil apontou que a competição acirrada do mercado ocupa 20,5% da parcela do que as empresas consideram como principais problemas da indústria da construção (GARCIA, 2014).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Devido às alterações de mercado e à introdução de estratégias como a racionalização construtiva, o desempenho, a produtividade, a construtibilidade e a qualidade, novos requisitos foram atribuídos ao projeto. Entre estes requisitos está a necessidade de definições do processo construtivo, além das características do produto. Dessa forma,

o projeto passa a ser encarado sob a ótica de seu processo de produção e não apenas de seus dados paramétricos (DUEÑAS PEÑA, 2003).

Para Mayr (2007) as empresas construtoras voltam suas atenções para o projeto, pelo entendimento da influência que suas deficiências tem no desempenho da produção, sendo que num primeiro momento as atenções estão voltadas à redução de desperdícios nos canteiros de obras.

Melhado (1994) já afirmava que a tecnologia construtiva deveria estar definida de forma detalhada na etapa de projeto, visto que há nesta etapa a necessidade de se formular alternativas, estudá-las e propor técnicas construtivas racionalizadas que objetivem a antecipação no papel do ato de construir. O esforço destinado à fase de projeto resulta em ganhos sensíveis e possui custos reduzidos quando comparados aos oriundos das modificações realizadas posteriormente, no momento da execução.

Na construção tradicional de edifícios o projeto não é valorizado e, na maioria das vezes, não apresenta de forma clara o suficiente as características do edifício, prejudicando o processo de construção e a condução de todas as atividades inerentes a ele, tais como planejamento e compras (SILVA, 2012).

A adoção do projeto para produção está entre as importantes ações propostas por pesquisadores do assunto (MELHADO, 1994; SOUZA, 1996; NOVAES, 1996; MACIEL, 1997; MELHADO, FABRÍCIO, 1998; AQUINO, MELHADO, 2001; DUEÑAS PEÑA, 2003; CHALITA, 2010; MANNESCHI, 2011) na tentativa de estabelecer ferramentas de integração entre o projeto do produto e a execução da obra.

Autores como Franco (1992), Picchi e Agopyan (1993), Novaes (1998), Sabbatini (1998), Aquino e Melhado (2001, 2003) e Chalita (2010) apontam o projeto para produção como uma ferramenta importante para a resolução de muitos problemas relacionados ao desenvolvimento dos projetos da edificação, contribuindo para a melhoria da competitividade da empresa, por permitir a diminuição de desperdícios, patologias e retrabalhos, e por contribuir para o aumento da produtividade.

Segundo Manneschi (2011), a elaboração do projeto para produção atua como uma poderosa ferramenta de compatibilização de projetos e conseqüentemente de auxílio à coordenação destes projetos. Os projetos para produção oferecem excelentes informações para a tomada de decisões estratégicas de gerentes e coordenadores de projeto, gerando também dados importantes para a equipe de produção. Tornam-

se portanto uma ferramenta essencial para assegurar a compatibilidade e a racionalização construtivas.

Para Chalita (2010, p. 152), o objetivo do projeto para produção é “possibilitar a integração entre os agentes da cadeia, a compatibilização dos projetos e as tomadas de decisão de forma sistêmica num momento anterior à execução dos serviços”.

Diante do exposto, a presente proposta de sistematização do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto mostra-se importante por permitir a organização da elaboração e da implantação destes projetos em duas obras de uma construtora do norte do estado de Santa Catarina, através da proposição de um modelo.

A utilização dos projetos para produção, com foco na racionalização construtiva, implica no estreitamento da relação entre o projeto do produto e seu processo de execução, bem como na implantação de uma cultura produtiva mais organizada, com maior aproveitamento dos recursos e melhor qualidade do produto final.

A sistematização do processo de projeto para produção ainda promove a melhoria contínua através da retroalimentação das informações na interface com a execução e com os demais projetos do empreendimento, sendo enfatizado neste trabalho o projeto arquitetônico.

### 1.3 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Franco (1992) já afirmava ser comum haver pouquíssimas medidas de aprimoramento da atividade de concepção do empreendimento. Geralmente os projetos são apresentados com baixo nível de detalhamento, baixa coerência entre suas partes e sem concordância tecnológica com o que se pretende executar. Além disso, em todos os setores industriais há uma grande preocupação em relação à organização do processo produtivo. A construção civil, contudo, figura uma exceção a esta mentalidade, sendo possível observar com frequência que muitas questões são deixadas em segundo plano, como por exemplo a definição da forma de executar as tarefas e a organização do canteiro de obras.

Para Fabrício (2002, p.87)

os processos de projeto mais tradicionais acabam sendo orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações quanto à produção das soluções adotadas.

É comum também que os detalhamentos e especificações do produto sejam incompletos, falhos e incompatíveis. Isso implica na necessidade de modificação e resolução durante a fase de obra, deixando as decisões sobre características e especificações do edifício não previstas no projeto, serem decididas de forma amadora pela equipe de produção. A produtividade no canteiro fica então sujeita a uma grande variabilidade de obra para obra e dependente do saber prático dos operários (FABRICIO, 2002).

Mayr (2007) considera que estas adaptações e alterações do projeto na obra são anomalias que prejudicam a produtividade e a qualidade, sob o ponto de vista da gestão do processo de projeto. Inconsistências nas informações de projeto, soluções mal formuladas e incompatibilidade entre soluções são algumas causas frequentes para adaptações e alterações de projeto durante a fase de execução em obra.

Um exemplo ilustrativo da divergência de informações entre a expectativa do cliente, o projeto do produto e o processo de produção é apresentada na Figura 2. Fica evidente, portanto, a necessidade de interação entre os diversos agentes do processo.

Figura 2 - A estreita relação entre o que o cliente deseja, o projeto do produto e o processo de fabricação



Fonte: Schroeder apud Aquino e Melhado (2003).

Sabbatini (1998) já afirmava ser fundamental que se investisse na criação de uma metodologia própria de como fazer o projeto para produção, visto que não se dispunha de metodologias e de práticas de como elaborá-lo. Esta metodologia deveria ser um instrumento efetivo de racionalização do processo e um diferencial de competitividade da empresa, permitindo domínio do processo, identificação das falhas, planejamento e melhoria contínua.

Aquino e Melhado (2001) afirmavam que, sob a ótica do processo de produção, diversas construtoras vinham desenvolvendo o projeto para produção de determinados subsistemas da edificação. Contudo, não havia uma sistemática adequada para a sua implantação, atuando muitas vezes de forma isolada dentro do processo de projeto. Os autores destacaram a importância de se desenvolver trabalhos de pesquisa que objetivassem uma melhor compreensão das definições e preceitos do projeto para produção, bem como uma metodologia para sua utilização adequada.

As publicações existentes no âmbito da construção civil que propõem uma metodologia de elaboração e utilização dos projetos para produção focam em um subsistema específico da edificação, como por exemplo, a execução de revestimento de fachada, a produção de lajes racionalizadas e a execução de alvenaria de vedação, sendo esta última a mais representativa. Não foram encontrados trabalhos que propusessem um modelo de processo de projeto para produção que pudesse ser utilizado para vários subsistemas da edificação.

A problemática do estudo deu origem à pergunta principal da pesquisa: como os projetos para produção podem contribuir para a racionalização construtiva na alvenaria estrutural com blocos de concreto em edifícios residenciais?

A presente pesquisa também pretende responder as seguintes perguntas secundárias:

- a) quais os requisitos e as implicações para a elaboração e utilização de projetos para produção na empresa construtora?
- b) qual o estágio de desenvolvimento dos projetos para produção na empresa construtora foco da análise?
- c) quais as etapas e as atividades que devem ser realizadas para o desenvolvimento e utilização de projetos para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto?
- d) quais as oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico identificadas através da aplicação do modelo proposto na construtora?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é sistematizar o processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto em edifícios residenciais.

### 1.4.2 Objetivos específicos

Para que seja possível atingir o objetivo geral é necessário que se atinja os seguintes objetivos específicos:

- a) definir quais os requisitos e as implicações para a elaboração e utilização de projetos para produção na empresa construtora;
- b) identificar o estágio de desenvolvimento dos projetos para produção na empresa construtora foco da análise;
- c) propor o modelo de sistematização do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto e intervir para melhoria no estudo de caso;
- d) identificar as oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico e subsidiar suas diretrizes através da aplicação do modelo proposto na construtora.

## 1.5 PRESSUPOSTO DA PESQUISA

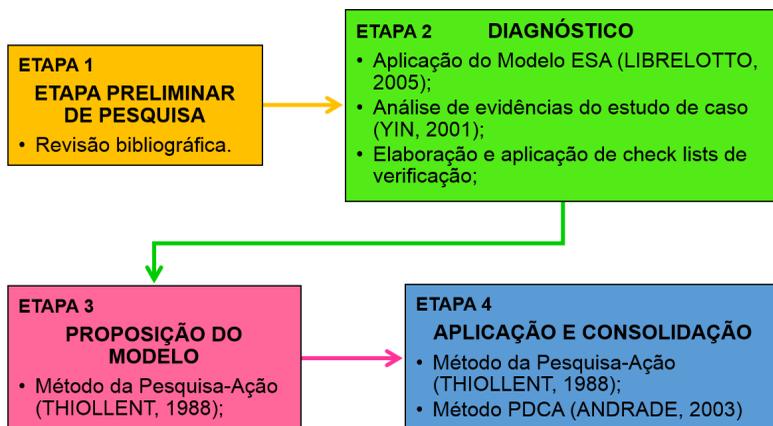
O pressuposto desta pesquisa é: a sistematização do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto pode contribuir para a racionalização construtiva em edifícios residenciais.

## 1.6 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Os métodos que orientaram a elaboração desta pesquisa consistem em uma sequência de quatro etapas, sendo elas: etapa preliminar de pesquisa, diagnóstico, proposição do modelo e aplicação e consolidação. As etapas estão ilustradas na Figura 3.

As atividades realizadas em cada etapa do método da pesquisa, bem como seus dados de entrada e saída, estão detalhados no Capítulo 3 desta pesquisa.

Figura 3 – Métodos, ferramentas e técnicas de pesquisa



Fonte: da autora (2015).

## 1.7 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa consiste em um estudo de caso realizado em uma construtora do norte do estado de Santa Catarina, no período de junho de 2013 a abril de 2015.

Conforme será apresentado ao longo deste trabalho, o modelo de processo de projeto para produção proposto foi aplicado em duas etapas executivas de duas obras distintas da construtora. A primeira aplicação consiste na sequência de execução da alvenaria estrutural e mostra detalhadamente as etapas de elaboração do projeto para produção bem como a retroalimentação gerada ao projeto de arquitetura.

Considerando as incertezas inerentes aos cronogramas de obra, devido à influência de diversos fatores (estratégicos, financeiros, operacionais) e entendendo a importância de apresentar nesta pesquisa uma aplicação em obra do modelo proposto, escolheu-se uma segunda etapa executiva para a aplicação: a colocação de peitoril de janelas.

Nesta segunda aplicação, não apenas as etapas de elaboração do projeto foram realizadas, mas também as etapas de implantação, utilização em obra e retroalimentação do processo, passando também pela retroalimentação das informações do projeto arquitetônico.

Entende-se que a aplicação e utilização do projeto para produção em obra é importante para garantir a retroalimentação das informações da produção e assim fechar o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) do modelo proposto. Contudo, diante das incertezas relacionadas a alguns

cronogramas de obra, o presente trabalho focou não apenas na aplicação do projeto em obra, mas também na retroalimentação gerada ao projeto arquitetônico ao longo da elaboração do projeto para produção. Esta retroalimentação consistiu na identificação das oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico de forma que a função do projeto para produção não fosse maquiada pela necessidade de abrandamento das deficiências de detalhamento e especificações do projeto arquitetônico. Em outras palavras, a identificação das oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico teve como objetivo evidenciar que não é função do projeto para produção resolver as deficiências de outros projetos e sim atuar como agente de integração entre o produto e o processo, promovendo a racionalização construtiva.

Não compreende o cerne deste trabalho abordar com amplitude e detalhe os termos inerentes a projetos, citados no referencial teórico. As definições foram apresentadas como base para um entendimento maior do contexto dos projetos para produção.

Também não pertence ao escopo deste trabalho descrever e analisar exaustivamente as várias etapas do fluxo de projetos já existente na construtora foco da aplicação da pesquisa, bem como o processo de gestão e coordenação de projetos. As informações referentes aos processos vigentes na construtora foram apresentadas com o intuito de contextualizar o cenário da empresa, a fim de permitir um melhor entendimento da aplicação do modelo e da obtenção dos resultados.

Em relação ao desenvolvimento do processo e dos projetos para produção, neste trabalho não será utilizado o BIM (*Building Information Modeling*) visto que este constitui uma tecnologia da engenharia simultânea que ainda não se encontra disponível para muitas empresas, incluindo a construtora foco da aplicação do estudo. Entretanto, independente do uso de técnicas de tecnologia da informação, o projeto para produção continua sendo válido como forma de retroalimentação das informações do projeto arquitetônico.

É importante lembrar ainda que, embora um dos objetivos da pesquisa seja a identificação das oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico, não é foco do trabalho redigir as diretrizes para este projeto, e sim, elencar subsídios.

A necessidade de organização das informações ao longo das etapas do processo de projeto para produção contribuiu para o início da estruturação de um Banco de Tecnologia Construtiva (BTC) na empresa. Contudo, é importante ressaltar que o BTC não constitui o foco principal desta pesquisa, atuando como ferramenta auxiliar no

armazenamento das informações ao longo das etapas do modelo proposto.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa é dividida em sete capítulos, sendo esta Introdução o primeiro deles.

No Capítulo 2 apresenta-se a revisão bibliográfica. Neste capítulo são conceituados os termos racionalização construtiva, construtibilidade, qualidade, desempenho, gestão e coordenação de projetos e compatibilização. Em seguida, apresenta-se aspectos relacionados à etapa de projeto e ao conceito de projeto, apresentando como exemplos oito fluxos de projeto e projetos para produção pesquisados. Ao final da apresentação dos fluxos faz-se uma análise comparativa entre eles, com foco no momento da realização dos projetos para produção e suas etapas. Na sequência, a revisão bibliográfica demonstra a relação do projeto com a produção, apresentando o conceito de projeto para produção, a diferença em relação ao projeto executivo, o escopo de alguns projetos para produção pesquisados, a origem do projeto para produção, o local e os responsáveis pela elaboração, as diretrizes para incorporação nas empresas e o conceito de Banco de Tecnologia Construtiva (BTC). O capítulo de revisão bibliográfica ainda apresenta uma conceituação de modelo, seguida da apresentação do Modelo ESA (LIBRELOTTO, 2005) utilizado no diagnóstico da conduta empresarial da construtora foco do estudo. Como fechamento do capítulo são apresentadas as considerações finais sobre os assuntos pesquisados.

O capítulo 3 apresenta os métodos, ferramentas e técnicas de pesquisa e descreve, detalhadamente, todas as etapas realizadas ao longo do desenvolvimento do trabalho.

O capítulo 4 consiste no diagnóstico da empresa construtora foco da aplicação. Inicialmente apresenta-se os resultados da avaliação da conduta empresarial da construtora através da aplicação do modelo ESA (LIBRELOTTO, 2005). Em seguida faz-se uma análise do momento da elaboração dos projetos para produção dentro do processo de projeto da construtora e quais as etapas desta elaboração. São analisados então mais cinco aspectos da construtora: dados de custo e planejamento das obras, dados de assistência técnica, análise do processo de elaboração dos projetos para produção em relação às diretrizes da bibliografia, análise dos projetos para produção em relação ao escopo indicado pela bibliografia e análise do conteúdo do projeto arquitetônico executivo praticado na construtora. Com base nas análises realizadas, o capítulo

culmina com a definição da intervenção da pesquisa, seguida de um breve panorama dos subsistemas elencados para aplicação da proposta.

No capítulo 5 é apresentado o modelo de processo de projetos para produção, detalhando as atividades em cada etapa, seus dados de entrada e seus produtos gerados. Apresenta-se também uma sugestão de inserção dos projetos para produção no processo de projetos da construtora foco da análise, bem como alguns documentos de registro e controle do processo, focando no início da estruturação de um BTC.

A aplicação do modelo proposto na construtora é detalhada no capítulo 6. Inicialmente faz-se a caracterização dos dois empreendimentos da construtora que são foco das aplicações do estudo de caso. Apresenta-se então as etapas de elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria estrutural e os resultados obtidos. Em seguida descreve-se a aplicação do modelo à elaboração e utilização do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas. O capítulo finaliza com a análise das oportunidades de melhoria do projeto arquitetônico que foram identificadas ao longo das aplicações.

O capítulo 7 consiste na apresentação das considerações finais e conclusões da pesquisa, divididas em três partes: conclusões sobre os resultados obtidos, considerações sobre o modelo proposto e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica divide-se em seis partes. Na primeira parte são apresentadas as definições de racionalização construtiva, construtibilidade, qualidade, desempenho, gestão de projetos, coordenação de projetos e compatibilização.

Na segunda parte do capítulo discorre-se sobre o conceito de projeto e alguns fluxos de processo de projeto a partir da revisão bibliográfica. Em seguida faz-se uma análise comparativa e reflexiva entre os fluxos e métodos apresentados, identificando o momento de elaboração do projeto para produção.

A terceira parte do capítulo aborda a relação do projeto com a produção, conceituando projeto para produção e diferenciando-o do projeto executivo. Em seguida apresenta-se os principais escopos de projeto para produção da bibliografia, seguidos das informações de origem deste tipo de projeto, seu local de elaboração e os responsáveis no processo. A terceira parte ainda apresenta as diretrizes para a incorporação do projeto para produção nas construtoras e finaliza com a conceituação de Banco de Tecnologia Construtiva.

A quarta parte da revisão bibliográfica discorre sobre a conceituação de modelo. Em seguida, na quinta parte, apresenta-se o Modelo ESA, utilizado no diagnóstico da conduta empresarial da construtora foco da aplicação da pesquisa.

A sexta e última parte do capítulo consiste em uma síntese de informações que subsidiam o diagnóstico da construtora, bem como a formulação do modelo e sua aplicação.

### 2.1 CONCEITOS INICIAIS

Sabbatini (1989, p. 48) afirma que “a criação de novos métodos, processos e sistemas construtivos e o aperfeiçoamento dos existentes, caracterizam a natural evolução dos modos de produção de edifícios”. Dessa forma, para que o aprimoramento da atividade construtiva possa ocorrer, é fundamental que os profissionais envolvidos tenham clara a definição entre os termos técnica, processo, método e sistema construtivos, que ainda são conceitos que não encontram unanimidade dentro do meio técnico. Esta afirmação de Franco (1992) corrobora as ideias de Sabbatini (1989) e pode ser considerada válida aos dias atuais.

Ao longo deste trabalho serão utilizados os conceitos de industrialização da construção, técnica construtiva, método construtivo,

processo construtivo e sistema construtivo apresentados por Sabbatini (1989) devido à adequação destes conceitos à proposta da presente pesquisa.

Industrialização da construção consiste em

um processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho e técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva (SABBATINI, 1989, p. 52).

Técnica construtiva é conceituada como “um conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção” (SABBATINI, 1989, p. 23). Como exemplo podem ser citadas as atividades de montagem de uma forma de madeira para concretagem de uma viga. Um conjunto de técnicas exprime apenas uma noção de coleção, não estando implícitas noções de sequência, precedência ou organização.

Ao método construtivo, por sua vez, está implícita a noção de organização na relação e de sequência bem definida. Sua definição consiste em: “um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação” (SABBATINI, 1989, p. 25).

Em relação ao processo construtivo Sabbatini (1989, p. 26) define como:

um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizado na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro) (SABBATINI, 1989, p. 26).

E sistema construtivo é definido como:

um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo (SABBATINI, 1989, p. 29).

A definição anterior apresenta sistema construtivo como uma evolução do processo construtivo, sendo mais complexo e tecnologicamente mais avançado. Dessa forma, entende-se que o processo construtivo possui uma abrangência limitada a determinadas

etapas da obra (exemplo: processo construtivo de alvenaria de vedação em blocos cerâmicos) e pode não ser altamente tecnológico ou não estar compatibilizado com os demais processos da edificação. Um sistema construtivo, por sua vez, é um conjunto de partes coordenadas que são perfeitamente determinadas e totalmente integradas à execução.

Embora Sabbatini (1989) tenha afirmado que num sistema construtivo todas as etapas de execução são compatíveis e complementares entre si, é válido dizer que nem todos os autores encaram esta definição de forma pouco flexível.

### **2.1.1 Racionalização construtiva**

Segundo Franco (1992) o conceito de racionalização foi conduzido por uma maneira diferente de encarar a construção tradicional, através da implantação de princípios de organização dos métodos tradicionais com o objetivo de melhorar a produtividade e a eficiência da construção civil. O conceito de racionalização construtiva oriundo dos trabalhos de pesquisa na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a partir de 1984, mostrou-se uma alternativa mais próxima à realidade da construção civil do que a industrialização.

Nesta pesquisa o conceito de racionalização será utilizado num enfoque específico de otimização das atividades construtivas, tal como é proposto por Sabbatini (1989, p. 54) e utilizado por Franco (1992):

Racionalização construtiva é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases.

Em sua tese Franco (1992) usou a definição de Sabbatini (1989) para a racionalização construtiva, acrescentando que ocorre sem mudanças radicais na forma de produzir. Para este autor, a racionalização de um empreendimento deve ser entendida de forma ampla, abrangendo já nas fases de concepção uma mudança de comportamento na forma de resolução dos problemas. A implantação da racionalização nos empreendimentos pode seguir alguns caminhos diferentes como através da implantação de inovações tecnológicas, o uso de novos materiais e a mudança na forma organizacional das técnicas e métodos construtivos. Esta racionalização é uma alternativa à industrialização, por também ser essencialmente uma ação de organização da atividade produtiva.

Dando continuidade a este raciocínio Melhado (1994) mostrou como a organização do processo de projeto em uma empresa pode contribuir para a evolução tecnológica e a racionalização construtiva conforme a Figura 4. A figura ilustra um ambiente envolvendo setores de produção e projeto, com um conjunto de obras e projetos em andamento, e a existência de um programa de evolução de tecnologia. Neste programa, a implementação da racionalização construtiva inclui ações simultâneas e interligadas com foco na organização do processo de projeto e na otimização de técnicas construtivas.

Figura 4 - A implementação da racionalização construtiva em um programa de evolução tecnológica envolvendo a organização do processo de projeto



Fonte: Melhado (1994).

Franco (1992) elencou vários objetivos específicos que poderiam ser encontrados na aplicação de medidas de racionalização construtiva. Estes objetivos estão apresentados no esquema da Figura 5.

Figura 5 - Objetivos das medidas de racionalização construtiva



Fonte: adaptado de Franco (1992).

Para Melhado (1994) a racionalização construtiva é uma ferramenta de redução de custos e aumento de produtividade. No contexto de ambientes competitivos modernos, ela permite o aumento da eficiência da atividade de construção, sendo característica importante a adoção de soluções racionalizadas ainda na etapa de projeto.

Souza e Melhado (1998) citam como exemplos de iniciativas adotadas pelas construtoras em termos de racionalização construtiva ações relacionadas à racionalização das formas da estrutura, lajes de concreto armado, alvenarias, revestimentos de piso, contrapisos, revestimentos argamassados e cerâmicos de fachada, revestimentos internos e impermeabilizações.

Autores como Holanda (2003) e Corrêa e Andery (2006) comentam que várias empresas construtoras começaram a investir no aprimoramento de seus processos produtivos através da racionalização construtiva e da implantação de inovações tecnológicas. Estas “novas formas de produção” foram ganhando atenção das construtoras, mesmo que de forma lenta e gradual, devido às pressões por melhoria de qualidade, redução de custos, melhoria no desempenho do produto e como atributo de diferenciação no mercado.

Um processo construtivo simples e possível de racionalização é a alvenaria estrutural. Caracteriza-se pelo emprego de paredes de alvenaria e lajes enrijecedoras como principal estrutura suporte dos edifícios. Neste processo construtivo, as paredes constituem-se ao mesmo tempo na estrutura e na vedação (FRANCO, 1992).

Para Gregorio (2010) a alvenaria estrutural está em perfeita sintonia com a definição de construção racional na medida em que enfatiza conceitos de simplicidade executiva, detalhamento de projeto, padronização, modulação e redução de entulho.

Parsekian e Moraes apud Helena (2012) afirmam que é comum se observar o uso da alvenaria estrutural em empreendimentos habitacionais de larga escala. Para estes casos o processo de alvenaria estrutural contempla bem as exigências de racionalização, planejamento, controle, rapidez e custo.

### **2.1.2 Construtibilidade**

O surgimento do conceito de construtibilidade (*constructability* nos EUA e *buildabilty* na Inglaterra) ocorreu a partir do ano de 1987, com base principalmente no trabalho do *Construction Industry Institute* (CII), na Universidade do Texas, Austin (RODRIGUEZ, 2005).

Sabbatini (1989) considera que através da construtibilidade alcança-se um nível maior de racionalidade construtiva. O autor analisou várias definições de construtibilidade da bibliografia e concluiu que, apesar das diferenças de enfoque, as definições deixam claro um fator fundamental no conceito: é necessário que se considere, na etapa de projeto, os fatores relacionados às operações construtivas a fim de otimizar todo o processo da construção. Em seguida conceitua: "construtibilidade (de um edifício, de um elemento) é a propriedade inerente ao projeto de um edifício, ou de uma sua parte, que exprime a aptidão que este edifício (ou sua parte) tem de ser construído" (SABBATINI, 1989, p. 88). Além disso

construtibilidade (de um método, processo ou sistema construtivo) - é a propriedade que caracteriza um certo método, processo ou sistema construtivo e que exprime a aptidão que este tem em ser executado (SABBATINI, 1989, p. 88).

Melhado (1994, p. 118) corrobora as ideias de Sabbatini (1989) ao concluir que "construtibilidade, em termos gerais, pode ser definida como uma qualidade de algo fácil de ser construído". Nesta filosofia é indispensável a participação de profissionais ligados diretamente à execução nas várias etapas do empreendimento, com ênfase nas etapas de projeto.

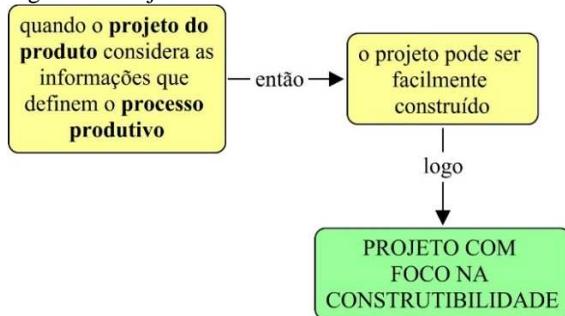
Para Chalita (2010), um projeto orientado à construtibilidade é um projeto que considera as informações do processo de produção na tomada de decisão e na definição do produto.

Melhado (1994) e Rodrigues (2005) identificam uma proximidade entre os conceitos de racionalização construtiva e construtibilidade, visto que ambos objetivam o aumento da eficiência do processo construtivo. Contudo, os dois autores apontam diferenciações entre estes conceitos. Para Melhado (1994), a aplicação destes conceitos resulta em pontos de vista distintos: enquanto as ações de racionalização objetivam otimizar cada uma das partes do sistema (individualmente e como partes do todo), a construtibilidade fundamenta-se na orientação do todo para a etapa de obra, privilegiando a produção.

Para Rodrigues (2005), os conceitos diferem em relação aos aspectos considerados para o aumento da eficiência: a racionalização construtiva enfatiza a otimização do emprego de recursos (humanos, materiais, tecnológicos), enquanto a construtibilidade destaca a facilidade de execução.

Nesta pesquisa, a construtibilidade de um projeto será definida como a característica que este projeto possui de ser facilmente executado (construído). Isso só é possível quando o projeto que define o produto considera as informações que definem o processo produtivo, conforme esquema da Figura 6.

Figura 6 - Projeto com foco na construtibilidade



Fonte: adaptado de Sabbatini (1989), Melhado (1994), Rodrigues (2005) e Chalita (2010).

É válido dizer ainda que há várias estratégias para a melhoria da construtibilidade e a fabricação digital (prototipagem rápida) é uma das contribuições neste processo.

### 2.1.3 Qualidade

Franco (1992) identificou que as ações da qualidade que são aplicadas em outros setores industriais não podem ser transportadas para a construção civil diretamente, diante das características particulares desta última. Esta afirmação pode ser considerada válida aos dias atuais visto que as principais diferenças na comparação entre a construção civil e os demais setores da indústria de transformação permanecem as mesmas, sendo elas: o baixo grau de repetição do produto (que pode ser único), o caráter nômade da produção e a extensão maior do ciclo de consumo, que pode tornar lenta a retroalimentação dos processos.

Melhado (1994, p. 222) define qualidade do projeto como “projetar com o objetivo de atender às necessidades dos clientes empreendedor, usuário e construtor, buscando conciliar os interesses envolvidos de modo positivo e eliminando os conflitos entre eles”. Segundo o autor, um bom projeto permite a elaboração de planejamento, programação e controle de qualidade eficientes para os materiais e a execução. Melhado (1994) ainda afirma que o papel do projeto, em qualquer indústria, deve ser adequadamente estabelecido para que ocorra a implementação de sistemas de qualidade. A própria série ISO 9000 básica confirma esta informação ao incluir a existência de um controle de projeto e o relacionamento entre projeto e fabricação entre os itens a serem avaliados para a certificação de uma empresa.

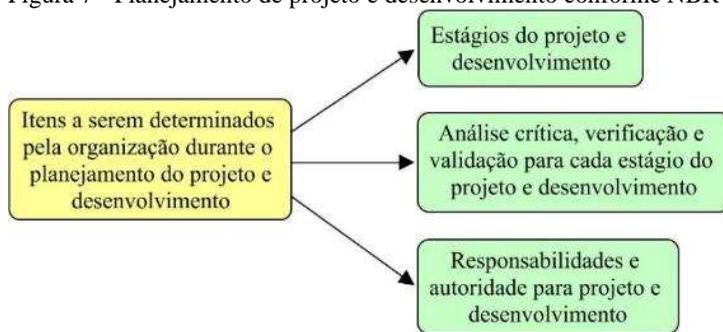
Para Agopyan e Franco (1993) praticamente todas as medidas de controle de qualidade dependem de uma especificação clara na sua fase de concepção, ou seja, não é possível controlar um produto ou atividade se as suas características não se encontram perfeitamente definidas. Os mesmos autores ainda comentam que o planejamento da execução é baseado nas informações contidas no projeto. Dessa forma, a falta de definição de algumas características pode resultar na introdução de variáveis incontroláveis no planejamento.

Sabbatini (1998) acredita que para garantir a qualidade na indústria da construção civil é necessário manter o domínio do processo de produção ao nível da Engenharia, o que exige uma mudança na organização do processo de produção.

“Sob a ótica da qualidade, é importante que o processo de projeto seja organizado e controlado, as informações sejam identificadas e sistematizadas durante sua elaboração” (SILVA, 2011, p. 42). Com esta afirmação a autora deixa clara a importância de um sistema de gestão da qualidade para a melhoria da eficiência da etapa de projeto.

Segundo a NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos (ABNT, 2008, p. 8) que apresenta os requisitos para a Gestão de Sistemas de Qualidade “a organização deve planejar e controlar o projeto e o desenvolvimento de produto”. Durante o planejamento e o desenvolvimento do projeto, a empresa deve determinar alguns itens, que estão apresentados na Figura 7, e gerenciar as interfaces entre os grupos envolvidos no processo, a fim de assegurar uma comunicação eficiente e uma clara distribuição de responsabilidades.

Figura 7 - Planejamento de projeto e desenvolvimento conforme NBR ISO 9001



Fonte: adaptado de ABNT (2008).

Melhado (1998) afirma que a construção de edifícios deve adotar princípios de engenharia simultânea durante a elaboração dos projetos, integrando o trabalho dos projetistas de forma coordenada, auxiliados pela tecnologia da informação.

Uma alternativa da tecnologia da informação que tem recebido considerável atenção na última década é o que se denomina BIM, abreviação da expressão em inglês *Building Information Modeling*. Segundo Park et. al. apud Ding et. al. (2014), a utilização do BIM na indústria da construção pode auxiliar os projetistas através da melhoria na visualização, comunicação e integração das operações construtivas.

Segundo Kiviniemi apud Gaspar (2015), o Brasil aparece com cerca de 7% das publicações relacionadas ao BIM. Esta posição está atrás apenas dos Estados Unidos, cujo índice é de 29%, conforme pesquisa da Universidade de Liverpool sobre a porcentagem de publicações sobre o BIM em diferentes países.

Apesar das vantagens de sua utilização e do número de publicações relacionadas, o BIM ainda não se encontra disponível a todas as empresas de construção civil no Brasil. Um exemplo de iniciativas que pretendem modificar este cenário é a criação do *BIM*

*Owners Group Brazil*, em fase de finalização pelo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP). Este grupo seria formado e voltado a profissionais interessados na utilização da tecnologia BIM com objetivo de otimizar o *design*, a construção e a gestão de empreendimentos. O SindusCon-SP elencou algumas propostas para o avanço da utilização do BIM no Brasil, entre as quais a abertura de linhas de financiamento do Governo Federal de *hardwares*, *softwares* e de treinamentos, possibilitando a implantação do processo em pequenas e médias empresas e a necessidade de reformulação dos currículos das universidades em relação às disciplinas inerentes ao BIM (LIMA, 2014).

### **2.1.4 Desempenho**

Agopyan e Franco (1993) corroboram as ideias de Sabbatini (1989) ao comentar que o projetista deve estar atento a duas abordagens em seu projeto: a construtibilidade e o desempenho.

Segundo a NBR 15575-1: Edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais (ABNT, 2013a), a maneira de estabelecimento do desempenho é comum e internacionalmente pensada através da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, que permitem a clara mensuração do seu atendimento. As Normas de Desempenho não substituem as normas prescritivas, sendo consideradas complementares a estas.

A mesma entidade apresenta a definição de desempenho como o “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas” (ABNT, 2013a, p. 6).

Sobre o papel do projetista, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013a) afirma que cabe a ele a função de especificar materiais, produtos e processos que atendam ao desempenho mínimo estabelecido na parte da NBR 15575 referente aos requisitos gerais, com base nas normas prescritivas e no desempenho declarado pelos fabricantes dos produtos que serão empregados nos projetos. Os projetistas devem ainda estabelecer a vida útil de projeto (VUP) de cada sistema componente do projeto.

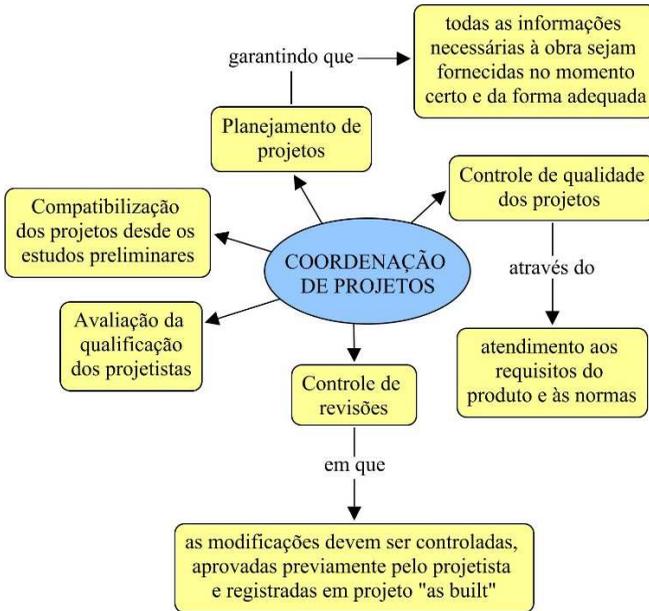
Para Librelotto (2005), o desempenho de uma empresa construtora deve ser considerado como uma resultante das condutas que esta empresa adota dentro da estrutura da indústria da construção civil. A autora define desempenho empresarial sustentável como “ação ou efeito de executar, exercer, cumprir uma determinada tarefa ou papel” (LIBRELOTTO, 2005, p. 3).

### 2.1.5 Gestão e coordenação de projetos

A gestão do processo de projeto implica em: controlar e adequar os prazos planejados para o desenvolvimento das etapas e especialidades de projetos (gestão de prazos); controlar os custos do desenvolvimento dos projetos (custo real *versus* planejado); incentivar e garantir a qualidade das soluções técnicas dos projetos; validar (ou cobrar validação do empreendedor) as etapas de desenvolvimento e os projetos resultantes; incentivar a comunicação entre os participantes do projeto; coordenar as relações e compatibilizar as soluções entre as várias especialidades; integrar as soluções com as fases seguintes do empreendimento, desde a obra até o momento de utilização final (AGESC, 2008).

Picchi e Agopyan (1993) já discutiam o paralelismo de desenvolvimento dos projetos de diferentes especialidades (arquitetura, estrutura, instalações) cuja reunião acontecia, na maioria das vezes, apenas no momento da execução, no canteiro de obras. Mais de vinte anos após esta afirmação, é visível que a falta de integração entre estes projetos ainda acontece na grande parte dos edifícios construídos, gerando incompatibilidades e prejuízos de material, mão de obra e principalmente de qualidade. Na visão de Picchi e Agopyan (1993) a coordenação de projetos seria responsável por algumas ações relacionadas à qualidade dos projetos, apresentadas na Figura 8.

Figura 8 - Funções da coordenação de projetos

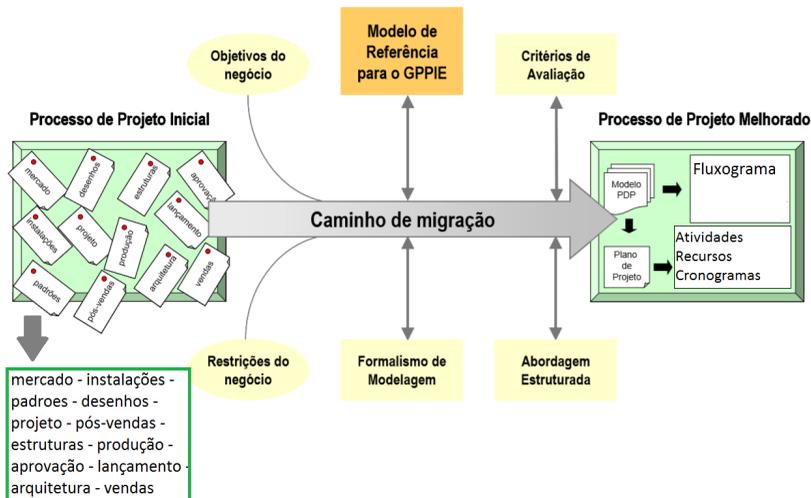


Fonte: adaptado de Picchi e Agopyan (1993).

Em relação à coordenação e à gestão do processo de projetos outros estudos que também merecem destaque são os trabalhos de Romano (2003), Rodriguez (2005), Ávila (2010) e Silva (2011).

Romano (2003) propõe um modelo de referência para a gestão do processo de projeto de edificações denominado Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações (GPPIE), cuja estrutura divide-se em fases, atividades e tarefas. Este modelo aborda, entre outros atributos, preceitos de engenharia simultânea tais como a existência de uma equipe multidisciplinar e o desenvolvimento de projetos para produção simultaneamente aos projetos de produto. A ideia do modelo é uma proposta de migração do processo atualmente praticado para um processo melhorado, mostrada na Figura 9.

Figura 9 – Caminho de migração para a melhoria do processo de projeto de edificações



Fonte: adaptado de Romano (2003).

Rodriguez (2005) define a coordenação de projeto como uma atribuição que faz parte da gestão do processo de projeto, que tem por objetivo garantir o atendimento aos requisitos exigidos pelo cliente, o fluxo de informações entre os participantes, o controle destas informações e a compatibilidade entre as soluções dos sistemas projetados.

Em seu estudo sobre a gestão do processo de projeto, Ávila (2010) conclui que houve descaso e falta de conhecimento da maioria dos colaboradores das empresas estudadas, bem como dos demais envolvidos, em relação à importância de um processo organizado para a gestão e coordenação de projetos.

Silva (2011) analisa os trabalhos de diversos autores sobre a coordenação de projetos e conclui que não existe um modelo único ideal para todas as empresas construtoras e de projetos envolvidas. Cada situação deve considerar a estratégia competitiva da empresa e a capacidade técnica e gerencial dos envolvidos, a fim de que se escolha o melhor modelo de coordenação. As características específicas de cada empreendimento também devem ser observadas e levadas em consideração no momento da escolha.

A Associação Brasileira dos Gestores e Coordenadores de Projeto - AGESC (2008, p. 101) define a coordenação de projeto como

“atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltada à integração dos requisitos e das decisões de projeto”. A coordenação tem como propósito integrar a equipe de projeto, melhorando a qualidade do projeto e compatibilizando as soluções dos projetistas com a cultura construtiva da empresa e com as necessidades do cliente. A coordenação deve ser realizada durante todo o processo de projeto.

Melhado (1994) e Novaes (1996) afirmam que a coordenação de projetos é uma das diretrizes fundamentais para a qualidade do projeto, permitindo o encaminhamento adequado das decisões que levarão aos níveis desejados de racionalização e construtibilidade.

Para Manneschi (2011) o coordenador de projetos é o agente principal do processo de projeto, tornando possível as boas práticas adquiridas através da retroalimentação da equipe de produção, ou mesmo incentivando ações proativas entre os projetistas.

### **2.1.6 Compatibilização**

Um atributo bastante presente ao se referir à coordenação e gestão de projetos é a compatibilização. Segundo Graziano (2003) compatibilidade é a característica do projeto em que os componentes dos sistemas ocupam espaços diferentes, ou seja, não há conflito de ocupação dos espaços. Além disso, os dados compartilhados apresentam consistência e confiabilidade até o final do processo de projeto e obra.

Para Rodriguez (2005, p. 18) a compatibilização de projetos pode ser definida como “a análise, verificação e correção das interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação”. Sob este ponto de vista, a compatibilização é parte da coordenação técnica do projeto.

Para Mikaldo Jr e Scheer (2008, p. 82) compatibilização de projetos é “a atividade que torna os projetos compatíveis, proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível”.

Novaes (1998) afirma que a compatibilização de projetos pode atuar como um importante fator de melhoria da construtibilidade e da racionalização construtiva, devido ao seu caráter que permite conciliar geométrica, física, tecnológica e produtivamente os componentes que interagem nos elementos construtivos das edificações. A principal função da compatibilização é integrar as soluções contidas no projeto do produto e no projeto para produção, bem como nas especificações

técnicas de cada subsistema (estrutura, instalações, esquadrias, entre outros).

Para Manneschi (2011) cabe à compatibilização a responsabilidade pela coerência entre os subsistemas da edificação, analisando disparidades das soluções técnicas e suas interfaces, bem como de toda a documentação fornecida, tais como memoriais para o cliente, material de vendas, documentações legais, entre outras.

## 2.2 A ETAPA DE PROJETO

Percebe-se que o processo de projeto vem se destacando como elo fundamental da cadeia produtiva de várias empresas construtoras brasileiras dentro da busca pela qualidade. Além de ser um instrumento de decisão sobre as características do produto, o projeto influencia diretamente os resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência dos processos, sendo informação de apoio à produção (MELHADO, 2001).

A discussão acerca da relação entre o projeto e a obra sofre modificações quando se estuda as adaptações de projeto durante a execução em obra, sob a perspectiva da participação do cliente. Ao intermediar as necessidades do cliente com as possibilidades e limitações do ambiente da execução, o projeto atua como instrumento gerencial de planejamento e controle (MAYR, 2007).

Segundo Franco (1992) a fase de concepção (estudos preliminares, anteprojeto e projeto), dentre todas as etapas de um empreendimento, exerce papel determinante na qualidade, tanto do produto como do processo construtivo. Dessa maneira, a melhoria na qualidade dos projetos está diretamente relacionada à melhor qualidade da construção. Além disso, é na fase de projeto que são tomadas as decisões que mais impactam nos custos, na velocidade do empreendimento e na qualidade do produto.

Melhado (1994) corrobora a afirmação de Franco (1992) ao afirmar que a obtenção de qualidade está condicionada à valorização da fase de projeto por parte do empreendedor. O autor cita as considerações feitas pelo grupo do *Construction Industry Institute* – CII sobre a importância das fases iniciais do empreendimento, cujo impacto das decisões possui influência significativa no custo final do produto. Esta característica é apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento ao longo de suas fases



Fonte: CII apud Melhado (1994).

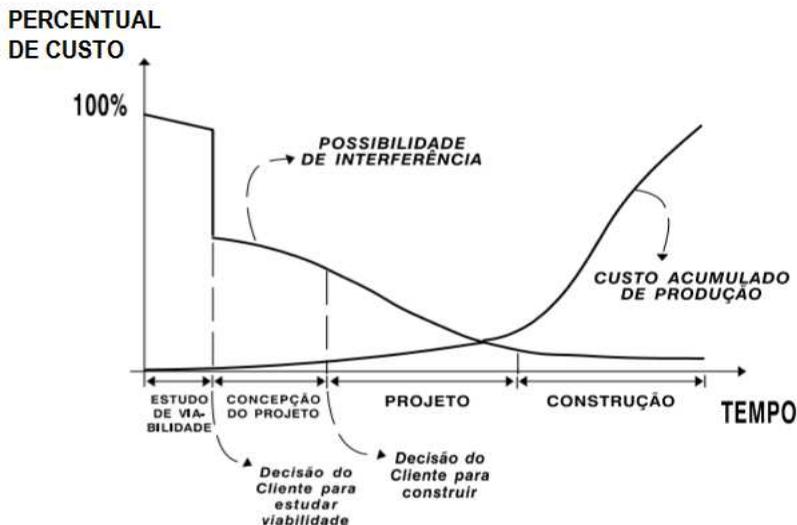
Ainda sobre a Figura 10, Rodrigues (2005) afirma que as ações que tem como objetivo aumentar a construtibilidade não estão restritas apenas à definição das características físicas do produto no projeto, sendo possível também adotá-las no projeto do processo.

Segundo Franco (1992) é na fase de projeto (concepção) que se origina a maioria dos problemas patológicos dos edifícios.

Jo et. al. (1993) elencam dados de outros autores que justificam a importância que deve ser dada à melhoria do projeto. Entre estes dados está a informação de que, embora o projeto represente apenas 5% do custo total do produto, 70% do custo do produto é influenciado pelo projeto. Neste caso, a influência do projeto seria semelhante à propagação de uma onda quando uma pequena pedra é jogada no meio de um lago. É válido dizer ainda que 40% de todos os problemas de qualidade podem ser associados a projetos deficientes (DIXON e DUFFEY apud JO et. al., 1993).

Hammalund e Josephson apud Melhado (1994) apresentam a ideia de que a possibilidade de interferência ao longo das fases do empreendimento é inversamente proporcional ao custo acumulado de produção. Ou seja, decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento carregam a maior participação na redução dos custos de falhas no produto, conforme pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício



Fonte: adaptado de Hammarlund e Josephson apud Melhado (1994).

Fabrício (2002) afirma que o processo de projeto é a fase mais estratégica do empreendimento em relação aos gastos de produção e às possibilidades de se agregar qualidade ao produto.

Silva (2011) afirma que a fase de projeto precisa ser valorizada, pois impacta diretamente nos custos do empreendimento, na tomada de decisões e na satisfação do cliente (empreendedor, construtor ou usuário). É evidente, portanto, a importância do projeto como ferramenta gerencial.

Para Franco (1992) o projeto não deve ser encarado como uma finalidade, mas sim como um meio de se alcançar determinada finalidade, neste caso representada pelo bom resultado na execução do edifício. Para que isso seja possível, o projeto deve contemplar, além da definição do produto (edifício), também as etapas do processo de produção, o que permite a implementação de medidas de racionalização construtiva.

Melhado (1994) chamou atenção para as dificuldades em especificar e controlar as atividades de projeto no estágio da construção de edifícios. Este ponto de atenção é válido ainda para os dias atuais. Em muitos casos a orientação restringe-se a poucas instruções verbais,

sendo a maior parte responsabilidade do projetista, conforme sua experiência.

O período relativo à elaboração dos projetos em países desenvolvidos chega a ser da mesma ordem de grandeza do tempo dedicado posteriormente à obra, a fim de se evitar deficiências e desperdícios comuns da execução, bem como melhorar o desempenho do produto. Contudo, esta não era (e permanece não sendo) uma cultura vigente no Brasil, onde o projeto é visto na maioria das vezes como um incômodo meramente legal, fazendo com que seja um elemento apenas indicativo. Isso resulta na transferência das decisões, que deveriam estar indicadas em projeto, para a etapa de obra (MELHADO, 1994).

Mayr (2007) comenta que na passagem do projeto para a obra nem tudo acontece de acordo com as expectativas iniciais dos clientes, projetistas e construtores. Podem ocorrer adaptações e alterações das soluções originais durante a execução no canteiro de obras. Estas mudanças de projeto, decididas no momento da execução, aumentam as distâncias entre o resultado obtido e o esperado, alterando o andamento da obra e afetando o desempenho e a qualidade do produto.

Mayr (2007) afirma também que a produção de edificações por encomenda pode ser caracterizada como de baixo volume, alta variedade, demanda irregular e alta visibilidade. Isto justifica uma tendência natural da falta de sistematização dos processos e a falta de padronização das soluções. O mesmo autor ainda cita o caráter multidisciplinar do projeto, a necessidade de coordenação das diversas etapas de concepção, desenvolvimento e detalhamento, cujas relações de interdependência podem ser planejadas e controladas através do desenvolvimento de um sistema de informação com o objetivo de facilitar o controle.

Para Dueñas Peña e Franco (2004), a importância da fase de projeto está na interação direta com todas as demais fases da obra, bem como sua potencialidade na redução de custos e na racionalização da produção, melhorando a competitividade da empresa no mercado.

A solução dos problemas decorrentes da ausência de definição precisa da abrangência de escopo dos projetos tem despontado como uma das principais demandas para a melhoria do processo de projeto (LORDSLEEM JUNIOR; MELHADO, 2011).

Medeiros (2012) salienta que decisões na fase de projeto podem influenciar todo o ciclo de vida do empreendimento. Por isso, a colaboração e compartilhamento de conhecimento entre as equipes, aliada ao atendimento às expectativas do cliente, representa um potencial para melhorar o desempenho dos projetos e minimizar

processos ineficientes no setor da construção, aumentando o valor agregado ao projeto, à obra e à operação.

### **2.2.1 O conceito de projeto**

A Lei N° 8.666, de 21 de Junho de 1993 conceitua Projeto Básico como:

(...) conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução (BRASIL, 1993, p. 3).

A mesma legislação ainda cita os vários elementos que o projeto básico deve conter, entre eles: o desenvolvimento da solução que forneça visão global da obra e identificação dos elementos constitutivos; detalhamento suficiente das soluções técnicas globais e localizadas; identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra; informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra; subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra e orçamento detalhado do custo global da obra.

A mesma legislação ainda apresenta o conceito para projeto executivo, que constitui o

conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (BRASIL, 1993, p. 3).

A NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas conceitua a elaboração de um projeto de edificação como:

determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, a reduzir, a modificar ou a recuperar, abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais (ABNT, 1995a, p. 2).

A norma ainda cita outros objetos do projeto, que podem ser a urbanização, os elementos da edificação, as instalações prediais, os componentes da edificação e os materiais para a construção.

A NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações: arquitetura afirma que cada etapa da elaboração do projeto de arquitetura deve ser orientada pelas informações de referência a utilizar, as informações técnicas a produzir e pelos documentos técnicos a apresentar (ABNT, 1995b).

Melhado (1994) em sua tese de doutorado analisou várias definições do termo projeto na bibliografia e afirmou que a maioria dos conceitos estão ligados ao procedimento ou prática de projetar. E ainda, quando se fala em projeto de edifícios, o mesmo autor acredita que se deve extrapolar a visão do produto ou da sua função, devendo o projeto ser encarado também sob o ponto de vista do processo e da atividade de construir.

A qualidade dos projetos depende da qualidade do conhecimento tecnológico que estes documentos carregam. De uma maneira geral os projetos são incompletos e muitas vezes incorretos, deixando de apresentar informações qualitativas e quantitativas necessárias à produção (MELHADO, 1994). É evidente, portanto, que existe uma separação entre a atividade de projeto e a atividade de execução, sendo o projeto entendido como instrumento meramente legal e indicativo, de pouco aprofundamento.

Ávila (2010) afirma que a atividade de projeto não pode se resumir à caracterização geométrica do produto, devendo incluir diversos dados relacionados também ao processo de produção.

Sabbatini (1998, p. 11) afirma que “um projeto é um plano para fazer algo”. Melhado (1994, p. 195) conceitua projeto como:

atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.

Para Melhado (1994) o projeto constitui-se, além de um produto, um serviço, devido às semelhanças com alguns atributos da definição de serviço. Entre estes atributos pode-se citar a falta de especificações pelo cliente, a variabilidade de resultados, a ligação intrínseca entre produção e consumo, o contato direto com o cliente e até mesmo a perecibilidade, se considerada a obsolescência do projeto diante das imposições de mercado. Este caráter de multidisciplinaridade proposto por Melhado

(1994) não faz distinção entre projeto de arquitetura e projetos complementares.

## **2.2.2 O fluxo do processo de projeto e projeto para produção**

No Brasil a criação dos diversos Manuais de Escopo de Projetos destaca-se como principal iniciativa do setor para o estabelecimento de um fluxo de trabalho padrão para a elaboração dos projetos de um empreendimento. A criação destes manuais foi conduzida pelas entidades representantes dos profissionais de projeto: ABECE, ABRASIP, AsBEA, AGESC e ABRAVA, seguidas da ANP e ABAP (SOUZA; DE PAULA; MELHADO, 2013).

Os objetivos desta pesquisa tornam necessária a descrição de alguns fluxos de coordenação de projetos e fluxos de elaboração de projetos para produção desenvolvidos por autores da bibliografia, a fim de se obter embasamento para o desenvolvimento do modelo de processo de projeto para produção a ser aplicado na construtora.

Ao longo deste item são descritas as seguintes propostas: NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura (ABNT, 1994), NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas (ABNT, 1995a), AsBEA (2000), AGESC (2008), Sabbatini (1989), Melhado (1994), Dueñas Peña (2003), Chalita (2010) e Manneschi (2011). Na última parte desta seção é apresentada uma análise comparativa entre as propostas apresentadas, enfatizando o momento de elaboração do projeto para produção.

### *2.2.2.1 Etapas de elaboração de projetos conforme as normas brasileiras*

Sob o ponto de vista normativo, as normas brasileiras NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura (ABNT, 1994) e NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas (ABNT, 1995a) apresentam algumas etapas sucessivas para elaboração de projetos de arquitetura.

A NBR 6492: Representação de projetos de arquitetura (ABNT, 1994) contempla as condições necessárias aos projetos de arquitetura e caracteriza cinco fases para o projeto, descritas a seguir:

- a) fase/objetivo: consiste no programa de necessidades, ou seja, a caracterização inicial do edifício que será projetado para o empreendimento. Deve relacionar os setores que compõem o empreendimento, necessidades de área, características especiais,

posturas municipais (código de obras) e demais normas relacionadas;

- b) estudo preliminar: é o estudo da viabilidade do programa de necessidades e da arquitetura para aprovação do cliente. Pode servir à consulta prévia, se a aprovação se der em órgãos governamentais. Devem estar representados os elementos construtivos, mesmo que de forma esquemática, a fim de permitir a clara compreensão do funcionamento da edificação (níveis e medidas principais, áreas, acessos, indicação dos espaços, topografia e orientação);
- c) anteprojeto: consiste na definição do partido arquitetônico e dos elementos construtivos levando em consideração os projetos complementares, tais como estrutura e instalações. Devem estar caracterizados os elementos construtivos com indicação de medidas, níveis, áreas, denominação de compartimentos, topografia e orientação, eixos e coordenadas. Nesta fase o cliente e os órgãos oficiais envolvidos devem fornecer a aprovação final ao projeto, permitindo a contratação da mão de obra;
- d) projeto executivo: deve apresentar, de forma clara e organizada, todas as informações necessárias à execução da obra e todos os serviços relacionados. Devem estar, portanto, corretamente indicados todos os materiais utilizados e suas quantidades, bem como os detalhes construtivos e as recomendações necessárias para a correta execução;
- e) projeto como construído: é a revisão final do projeto executivo, após a execução da obra.

A NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas (ABNT, 1995a) fixa as atividades técnicas aplicáveis a várias atividades de projeto, não apenas ao de arquitetura, tais como estrutura, instalações, impermeabilização, entre outros. Esta norma indica oito etapas sucessivas das atividades técnicas do projeto de edificação e de seus elementos, instalações e componentes. São elas:

- a) levantamento: destina-se à coleta de informações de referência que indiquem as condições existentes e de interesse para nortear a elaboração do projeto (dados físicos, técnicos, legais e jurídicos, sociais, entre outros);
- b) programa de necessidades: é a determinação das exigências prescritivas e de desempenho que caracterizam as expectativas dos usuários e devem ser satisfeitas pela edificação;

- c) estudo de viabilidade: constitui a elaboração de análises e avaliações para selecionar alternativas de concepção da edificação e seus elementos e componentes;
- d) estudo preliminar: consiste na concepção e na representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessárias à compreensão da configuração da edificação;
- e) anteprojeto e/ou pré-execução: destina-se à concepção e representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação, necessárias ao relacionamento das atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração estimada de custo e prazo dos serviços;
- f) projeto legal: é a representação das informações técnicas necessárias à análise e à aprovação da edificação e seus elementos nos órgãos competentes, bem como a obtenção de alvará, licenças e outros documentos necessários à construção;
- g) projeto básico: etapa opcional que constitui na concepção e na representação das informações técnicas do projeto ainda não completas ou definitivas, mas possíveis de serem utilizadas para a contratação dos serviços de obra;
- h) projeto para execução: consiste na concepção e representação final e completa das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes.

A NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas (ABNT, 1995a) afirma que a coordenação geral das atividades técnicas de projeto de edificação deve ser feita em função do projeto de arquitetura e suas determinações. A coordenação específica de cada atividade técnica do projeto, por sua vez, deve ser atribuída aos profissionais responsáveis pela sua concepção.

Em relação à programação das etapas de projeto, a sequência das atividades deve ser programada cronologicamente, conforme critérios de subordinação, a fim de permitir que as informações produzidas possam ser acumuladas, detalhadas e articuladas de forma progressiva, até a conclusão dos projetos executivos. Esta sequência deve ser representada graficamente em um fluxograma que registre as interdependências, os atributos físicos (custos, recursos) e de duração (ABNT, 1995a).

### 2.2.2.2 *Etapas e fases do projeto de arquitetura segundo a AsBEA (2000)*

Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA (2000) o desenvolvimento de um projeto envolve as seguintes etapas:

- a) levantamento de dados: constitui a fase preliminar de definições, verificações e análises e compreende informações como os objetivos do cliente, o programa de necessidades, padrões e sistemas construtivos, informações do terreno, averiguações de legislações, entre outras;
- b) estudo preliminar: é a configuração inicial da solução arquitetônica proposta para o empreendimento (o partido arquitetônico) considerando as principais exigências do Relatório de Levantamento de Dados;
- c) anteprojeto: é o resultado final da solução arquitetônica proposta para a obra, considerando as exigências do Relatório de Levantamentos Preliminares e do Estudo Preliminar aprovado pelo cliente;
- d) projeto legal: é a configuração técnico-jurídica da solução arquitetônica proposta para a edificação, desenvolvida em paralelo ou posteriormente ao Anteprojeto, considerando as exigências contidas no Programa de Necessidades, no Estudo Preliminar, no Anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas de apresentação e representação gráfica dos órgãos públicos. O projeto arquitetônico deverá incorporar as exigências de normas específicas de segurança da edificação e Corpo de Bombeiros;
- e) projeto executivo: pode ser desenvolvido em até quatro fases:
  - pré-executivo: desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de maneira a permitir a verificação de interferências com os anteprojetos complementares;
  - projeto básico: é o anteprojeto já compatibilizado com todos os projetos complementares, em que se apresenta a resolução das interferências identificadas. Permite licitar a obra porém não permite a sua execução, que ainda depende das fases seguintes:
    - projeto de execução: é a complementação do projeto básico com todas as informações necessárias à execução da obra;
    - detalhes de execução: são os documentos necessários à compreensão dos elementos de projeto para sua execução, fabricação ou montagem. Esta subfase pode não existir

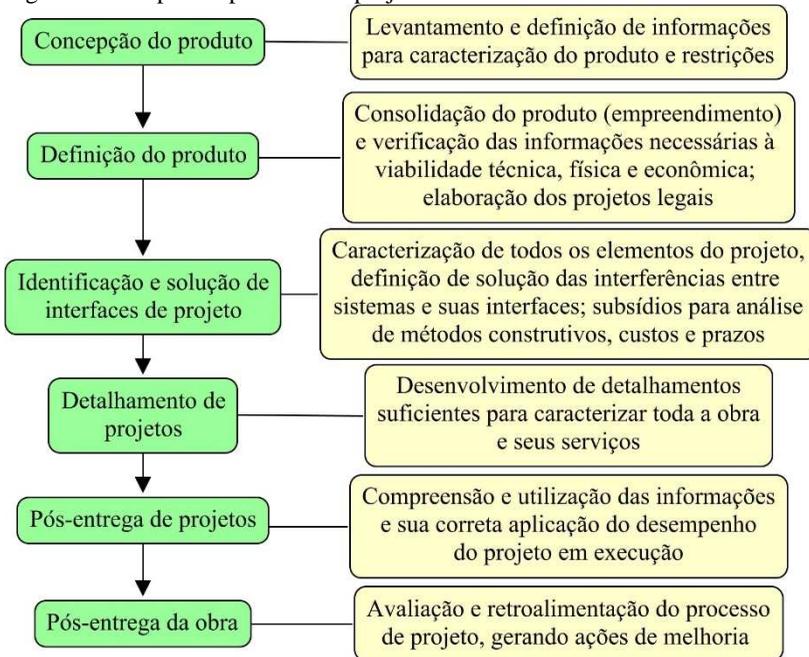
- quando as soluções adotadas não exigirem este detalhamento ou as informações contidas no projeto de execução sejam suficientes para o pleno entendimento;
- f) caderno de especificações: consiste em informações complementares em relação à especificação técnica e detalhada dos materiais previstos na obra;
  - g) compatibilização/ coordenação/ gerenciamento dos projetos: esta atividade pode compreender desde a verificação dos projetos complementares até a responsabilidade de escolha, contratação e gerenciamento de todos os projetos complementares, incluindo aprovação e medições dos serviços complementares;
  - h) assistência à execução da obra: é a fase complementar ao projeto e ocorre paralelamente à execução da obra, consistindo no fornecimento de esclarecimentos, informações complementares, participação em reuniões de obra, entre outros. Não deve ser confundida com o acompanhamento ou gerenciamento de obras;
  - i) serviços adicionais: consistem em serviços como projetos de acústica, iluminação, programas de reparo e conservação, que complementam o projeto de arquitetura.

### *2.2.2.3 Etapas do processo de projeto proposto pela AGESC (2008)*

Segundo a AGESC (2008), para que haja uma otimização cada vez maior dos projetos, é necessário que se estabeleça um fluxo de trabalho estável e padronizado na elaboração dos projetos de um empreendimento, em que as etapas realizadas se adequem às necessidades dos envolvidos e contribuam para a interação entre as equipes.

O fluxo proposto pela AGESC (2008) e apresentado no Manual de Escopo de Serviços para Coordenação de Projetos prevê as etapas do processo de projeto e suas respectivas atividades conforme o esquema da Figura 12.

Figura 12 - Etapas do processo de projeto



Fonte: adaptado de AGESC (2008)

#### 2.2.2.4 Metodologia para desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos (SABBATINI, 1989)

Em sua tese Sabbatini (1989) propõe uma metodologia para o desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – MPSConstr. Embora esteja relacionada a novos processos construtivos, seus princípios básicos apresentam características presentes em qualquer trabalho de desenvolvimento tecnológico, mesmo aqueles já em utilização (MELHADO, 1994).

A metodologia de Sabbatini (1989) compreende uma sequência de doze etapas, sendo elas: estudos iniciais (1), concepção do MPSConstr. (2), projeto de componentes e elementos (3), projeto de produção do edifício ou de suas partes (4), produção experimental de componentes e elementos (5), projeto e construção de protótipos (6), avaliação dos protótipos e do MPSConstr. (7), consolidação da tecnologia (8), divulgação (9), construção em escala piloto (10),

aperfeiçoamento da tecnologia (11) e construção em escala de mercado (12).

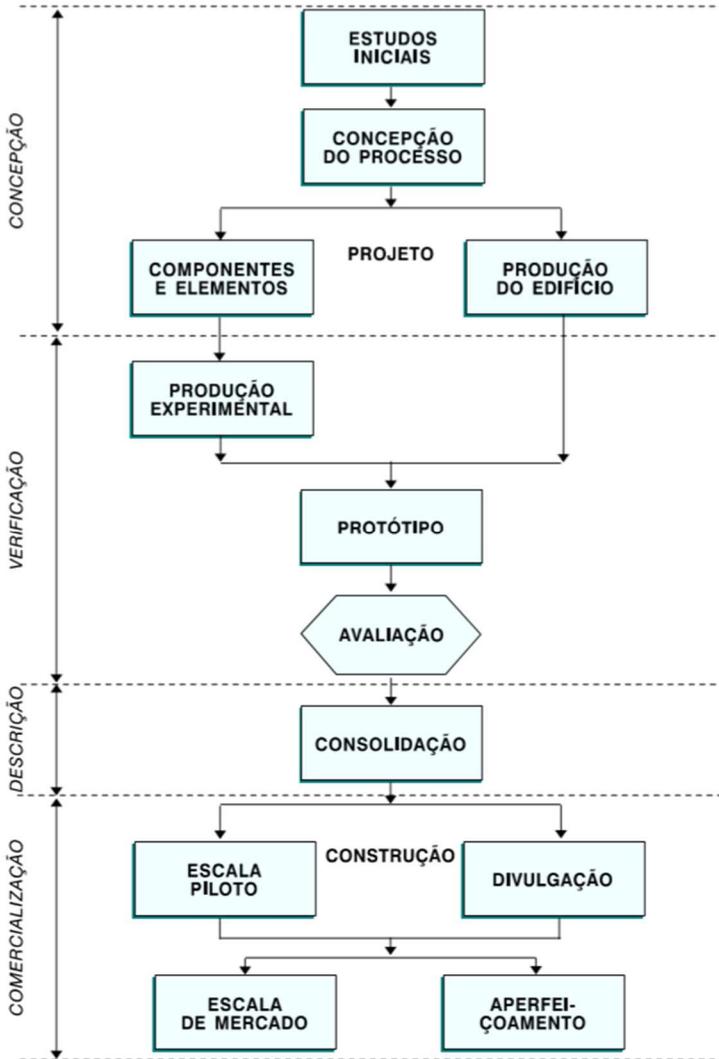
De acordo com particularidades de cada organização, Sabbatini (1989) agrupa as doze etapas da estratégia metodológica em quatro fases:

- a) concepção: compreende as fases 1, 2, 3 e 4. Caracteriza-se por um estágio de desenvolvimento preliminar, voltado à coleta e seleção de informações. As ideias são representadas sob a forma de modelos e as experiências são feitas sobre estes modelos. Estes modelos criados são estudados e refinados até que se obtenha um padrão considerado adequado. A partir daí, inicia-se a experimentação com produtos e processos reais;
- b) verificação: compreende as fases 5, 6 e 7 e concentra-se na produção e avaliação experimental dos modelos criados, a fim de verificar a conformidade do método/processo/sistema construtivo físico com o modelo projetado, bem como aperfeiçoá-lo. Segundo Sabbatini (1989) esta fase se desenvolve em laboratórios, plantas industriais e canteiros de obras experimentais e é rica em análises sucessivas. Nesta fase realimenta-se a concepção do MPSConstr. com os resultados das experimentações a fim de se alcançar um modelo consistente e bem definido;
- c) descrição: confunde-se com a etapa 8 e constitui a consolidação da tecnologia desenvolvida nas fases de concepção e verificação. Nesta etapa projeta-se e se planeja a sua implantação a nível de mercado;
- d) comercialização: reúne as etapas 9, 10, 11 e 12 e consiste na introdução e manutenção do método/processo/sistema desenvolvido no mercado. Pode ser dividida em duas fases distintas: na primeira a implantação do MPSConstr. se dá em escala restrita de comercialização piloto (etapas 9 e 10); na segunda fase ocorre a ampla disseminação no mercado (etapas 11 e 12) e contém um estágio que promove a evolução constante do MPSConstr. denominada de comercialização disseminada.

O fluxo proposto por Sabbatini (1989) difere dos fluxos propostos pelas normativas brasileiras, pela AsBEA (2000) e pela AGESC (2008), visto que o foco do autor vai além da simples abordagem de uma coordenação de projetos e a elaboração gráfica destes documentos. O autor propõe uma sequência de etapas que permitam a implementação, a utilização e a retroalimentação de novos métodos, processos e sistemas construtivos. A representação gráfica das

etapas e das linhas de fluxo das seqüências cronológica e de retroalimentação estão representadas na Figura 13.

Figura 13 – Metodologia para o desenvolvimento de MPSConstr.



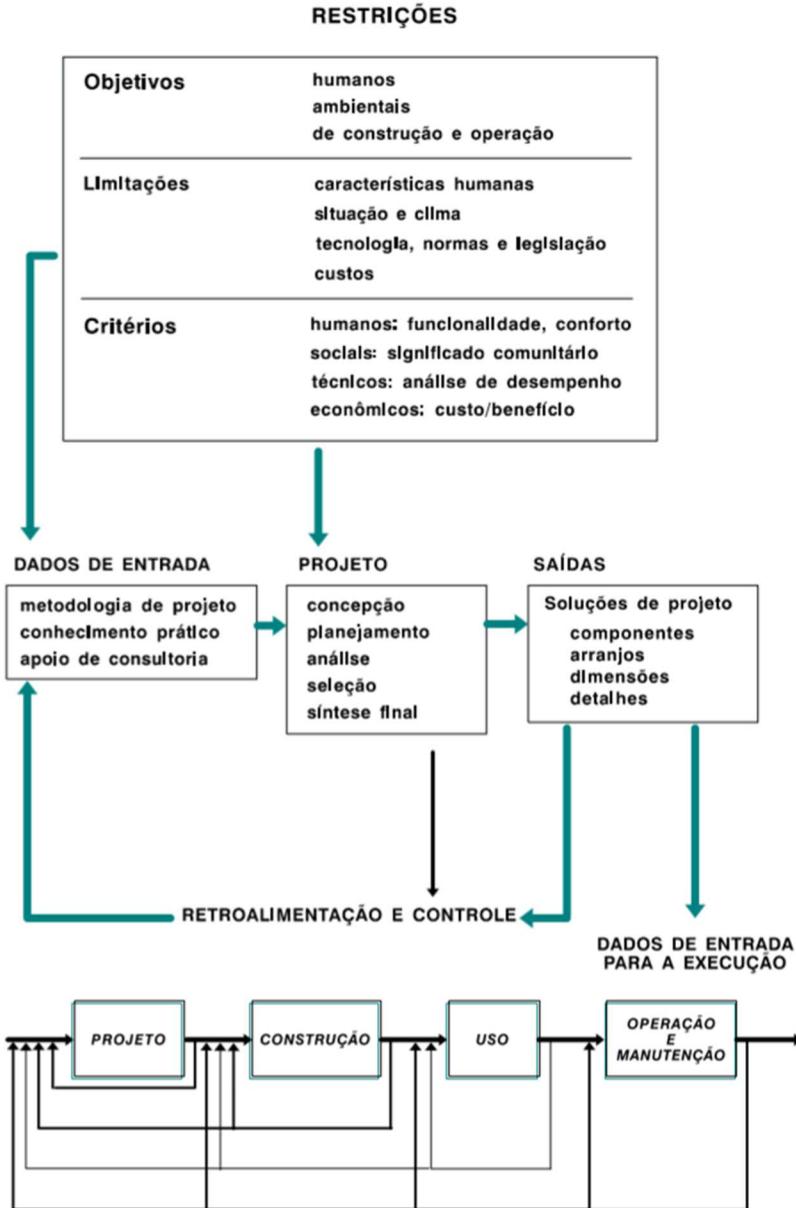
Fonte: Sabbatini apud Melhado (1994).

### *2.2.2.5 Metodologia de desenvolvimento de coordenação de projetos (MELHADO, 1994)*

Melhado (1994) faz várias considerações acerca dos aspectos implícitos à metodologia proposta por Sabbatini (1989). Uma das observações do autor refere-se à necessidade do projeto do edifício estar associado a um projeto para produção, considerando equipamentos, canteiro de obras, planejamento da execução, controles a serem efetuados, entre outros elementos.

Antes de apresentar uma proposta para coordenação dos projetos, Melhado (1994) discute o caráter sistêmico do projeto, que está inserido no sistema empreendimento ou no sistema empresa. O autor adapta a proposta de Handler (1970) para uma segmentação de atividades do empreendimento em quatro subsistemas, sendo eles: projeto, construção, uso e operação e manutenção. A existência destes subsistemas destaca a necessidade de uma visão global do projetista, que deve considerar os demais subsistemas e também um conjunto de restrições, constituídas pelos objetivos, pelas limitações e pelos critérios que devem ser atendidos no projeto. A Figura 14 apresenta esta estrutura do subsistema projeto, considerando que suas saídas serão dados de entrada para o subsistema seguinte (construção).

Figura 14 – Estrutura do subsistema projeto



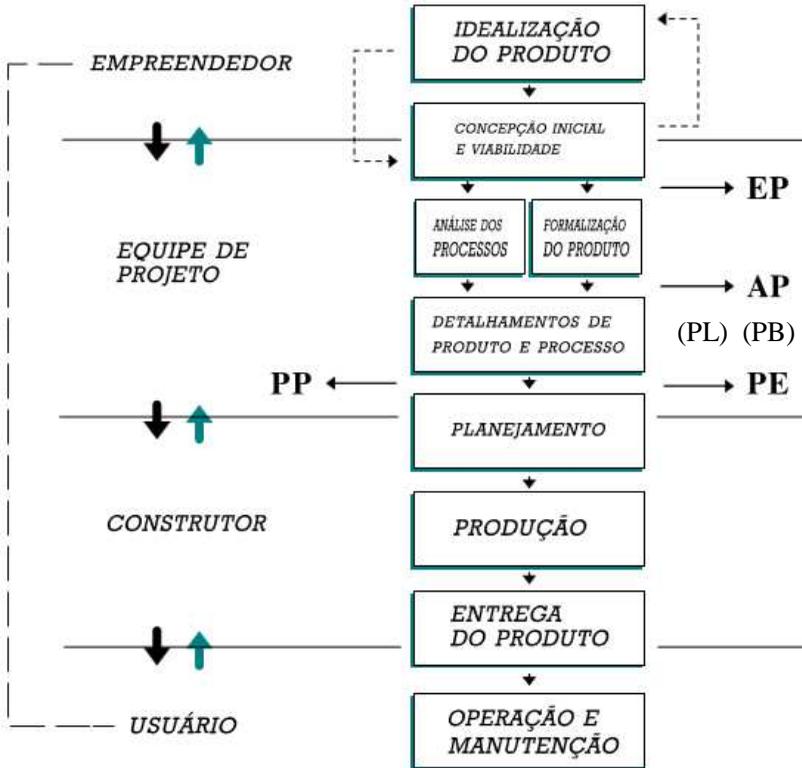
Fonte: adaptado de Handler apud Melhado (1994).

Melhado (1994) propõe uma Metodologia de desenvolvimento de coordenação de projetos, cujos princípios estão orientados na busca da qualidade em todas as fases do empreendimento, englobando seus quatro participantes: o empreendedor, a equipe de projeto, o construtor e o usuário. O processo desta metodologia passa pelas seguintes etapas progressivas:

- a) idealização do produto: é a primeira solução formulada do empreendimento que atende às restrições iniciais do programa de necessidades;
- b) análise de viabilidade: nesta fase ocorre a avaliação da solução inicial conforme os critérios estabelecidos previamente considerando aspectos de custo, tecnologia, adequação ao usuário e às restrições legais correspondentes. O processo ocorre de maneira cíclica até que a solução definitiva seja encontrada e traduzida em um estudo preliminar que será o ponto de partida para o desenvolvimento do projeto;
- c) formalização: a solução adotada consolida-se e esta etapa resulta no nível de anteprojecto;
- d) detalhamento: ocorre a elaboração conjunta e iterativa do detalhamento final do produto (que resulta no projeto executivo) e a análise das necessidades vinculadas aos processos de execução, esta última dando origem ao projeto para produção;
- e) planejamento e execução: faz-se o planejamento das etapas de execução da obra a partir do projeto para produção. Esta execução passa a ser conduzida dentro dos procedimentos da empresa e com o suporte da equipe de projeto;
- f) entrega: o usuário recebe o produto e conta com a assistência técnica da construtora na fase inicial de uso, operação e manutenção. Neste momento são coletadas informações para a retroalimentação necessária à melhoria contínua do processo.

A metodologia proposta por Melhado (1994) é apresentada na Figura 15.

Figura 15 – Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento

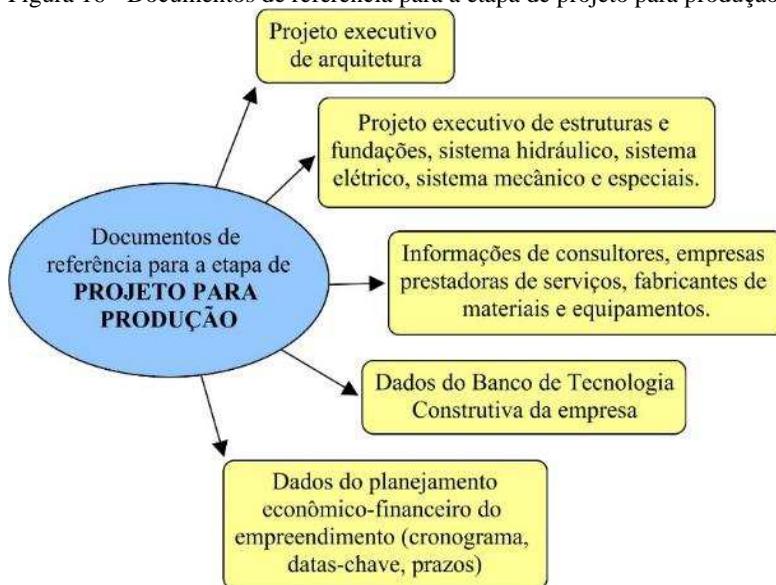


EP - Estudo Preliminar  
 AP - Anteprojeto  
 PL - Projeto Legal  
 PB - Projeto Básico  
 PE - Projeto Executivo  
 PP - Projeto para Produção

Fonte: adaptado de Melhado (1994).

Como referência à etapa de projetos para produção, Melhado (1994) considera os documentos apresentados na Figura 16.

Figura 16 - Documentos de referência para a etapa de projeto para produção

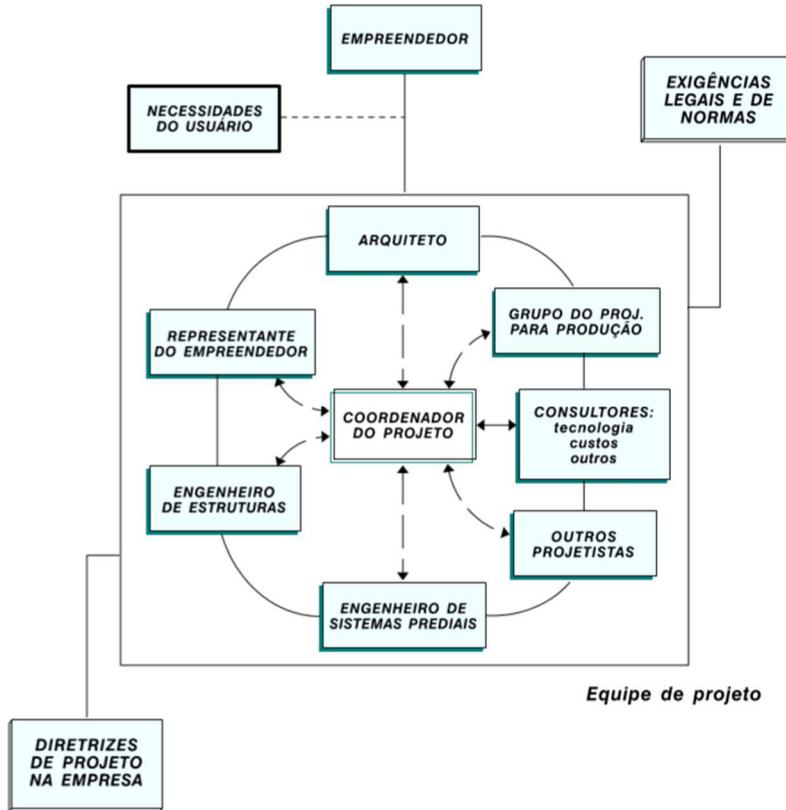


Fonte: adaptado de Melhado (1994).

Embora o projeto executivo de arquitetura seja um dos documentos de referência indicados, é importante salientar que o mercado brasileiro hoje, devido a questões culturais, não chega a desenvolver projetos executivos. Isso porque muitas definições que deveriam estar apresentadas no projeto com o objetivo de permitir a correta execução dos subsistemas da edificação são postergadas ao canteiro de obras. E isso ocorre não apenas em relação ao projeto arquitetônico, mas também nos projetos hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, entre outros.

Melhado (1994) também propõe a constituição básica da equipe de projeto, multidisciplinar, tendo como integrantes o representante do empreendedor, o arquiteto ou grupo de arquitetura, o engenheiro ou grupo de projeto de estruturas, o engenheiro ou grupo de sistemas prediais, o grupo de projeto para produção responsável pela engenharia de construção e os consultores especializados. Esta equipe deve seguir as orientações do coordenador de projeto, ligado ao empreendedor e em conformidade com as diretrizes de projeto da empresa e às exigências legais e normativas, conforme ilustrado na Figura 17.

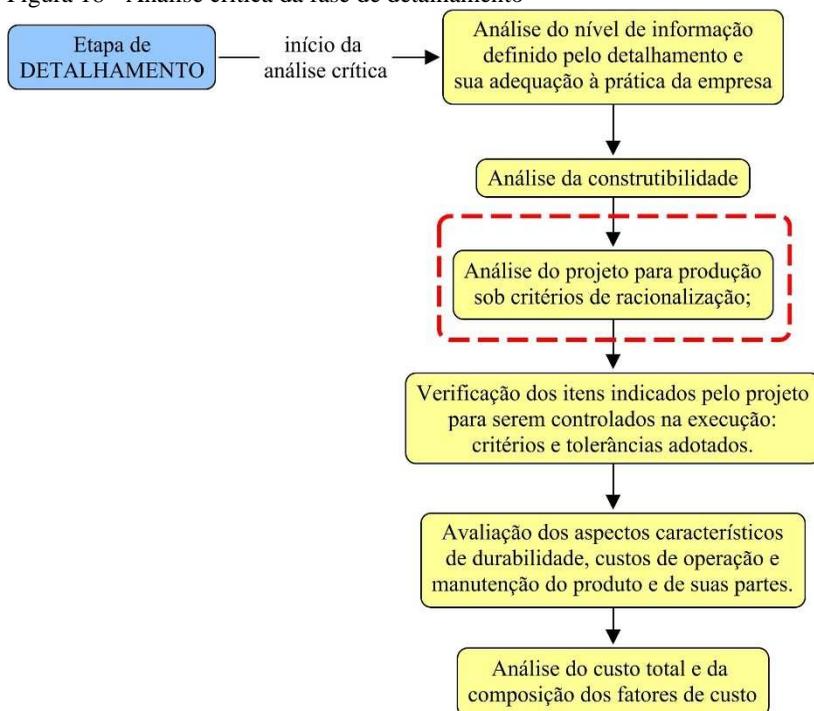
Figura 17 – Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto



Fonte: Melhado (1994).

Em relação à análise crítica dos projetos, Melhado (1994) considera ser de grande importância para garantir os objetivos iniciais, podendo ser realizada ao final de qualquer etapa do projeto. Um critério fundamental para a obtenção da qualidade é que esta análise seja efetuada por profissional com visão de produção, oposta à consideração de projeto apenas como produto. A análise do projeto para produção está inserida na análise crítica da fase de detalhamento, como pode ser visto no esquema da Figura 18.

Figura 18 - Análise crítica da fase de detalhamento

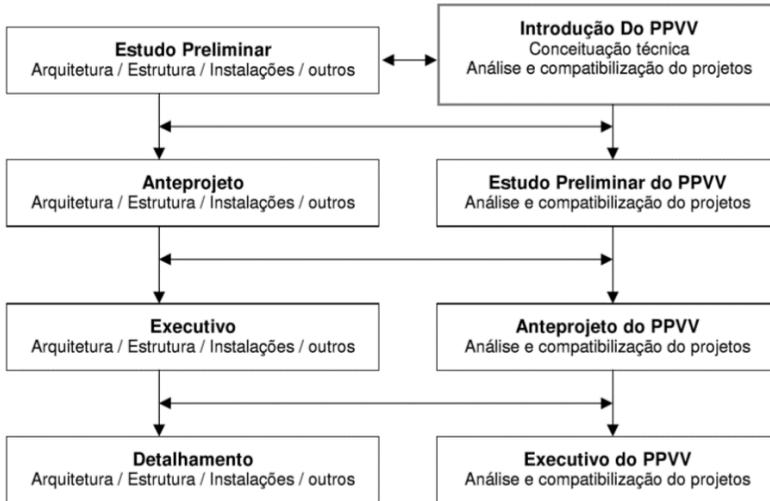


Fonte: adaptado de Melhado (1994).

#### 2.2.2.6 Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais (DUEÑAS PEÑA, 2003)

Dueñas Peña (2003) propôs um método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria (PPVV) adotando a relação das etapas propostas por Melhado (1994). Em seu método a autora considerou a introdução do projeto para produção no início do desenvolvimento dos projetos (fase do estudo preliminar) com um caráter de consultoria técnica para a construtora e os demais projetistas (Figura 19). Após a consolidação do estudo preliminar dos demais projetistas, o projeto para produção inicia seu desenvolvimento como projeto propriamente dito, partindo da compatibilização e análise crítica dos estudos preliminares dos demais projetistas.

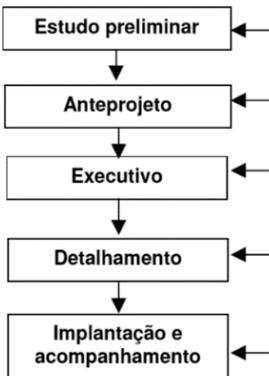
Figura 19 - Introdução do PPVV no processo de projeto



Fonte: Dueñas Peña (2003).

Para o desenvolvimento de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria, Dueñas Peña (2003) apresenta a sequência de etapas descritas na Figura 20.

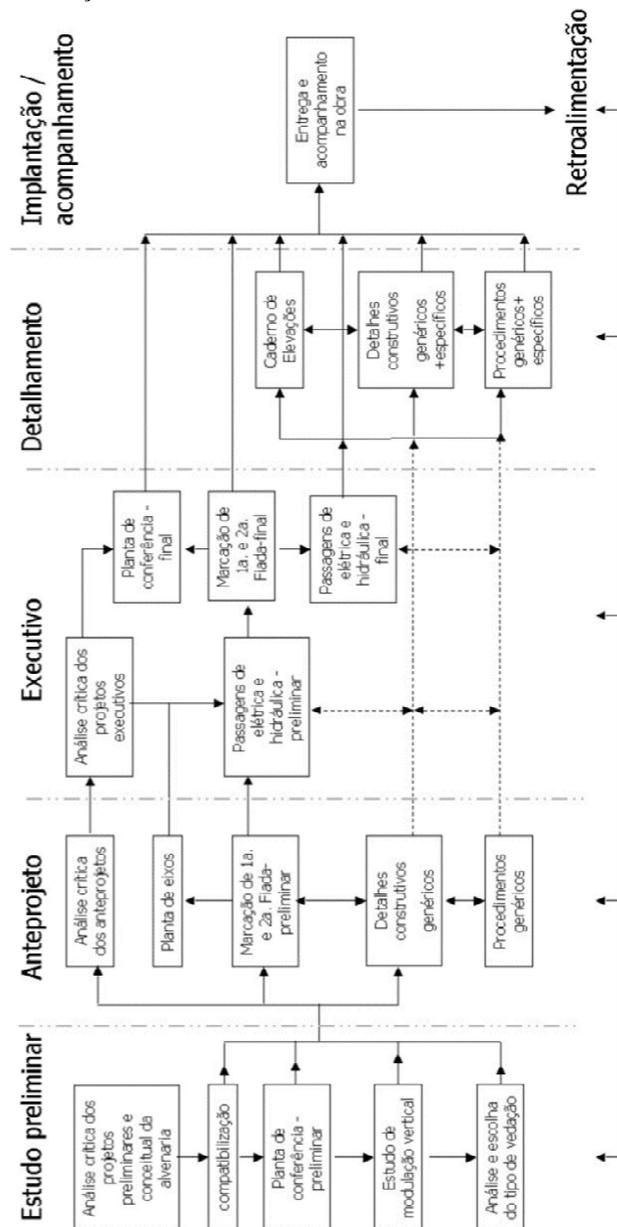
Figura 20- Sequência de etapas de desenvolvimento do PPVV



Fonte: Dueñas Peña (2003).

A autora estruturou um fluxograma de desenvolvimento do PPVV, detalhando os componentes de cada etapa e suas relações, ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Fluxograma de desenvolvimento de PPVV proposto para a elaboração do método

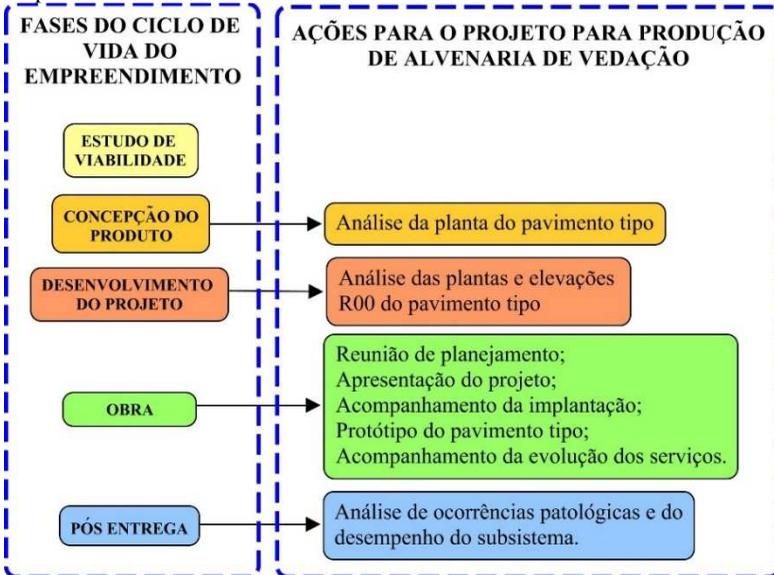


Fonte: Dueñas Peña (2003).

### 2.2.2.7 Estrutura de projeto para produção de alvenaria de vedação (CHALITA, 2010)

Chalita (2010) propôs a estrutura de um projeto para produção de alvenaria de vedação (PPAV) com enfoque na construtibilidade e no aumento da eficiência na produção. Contudo, antes de apresentar a estrutura, a autora discutiu a forma de inserção do PPAV no ciclo de vida do empreendimento. A Figura 22 apresenta a divisão do ciclo de vida do empreendimento em cinco etapas e nestas etapas quais as ações inerentes ao desenvolvimento do projeto para produção de alvenaria de vedação conforme Chalita (2010).

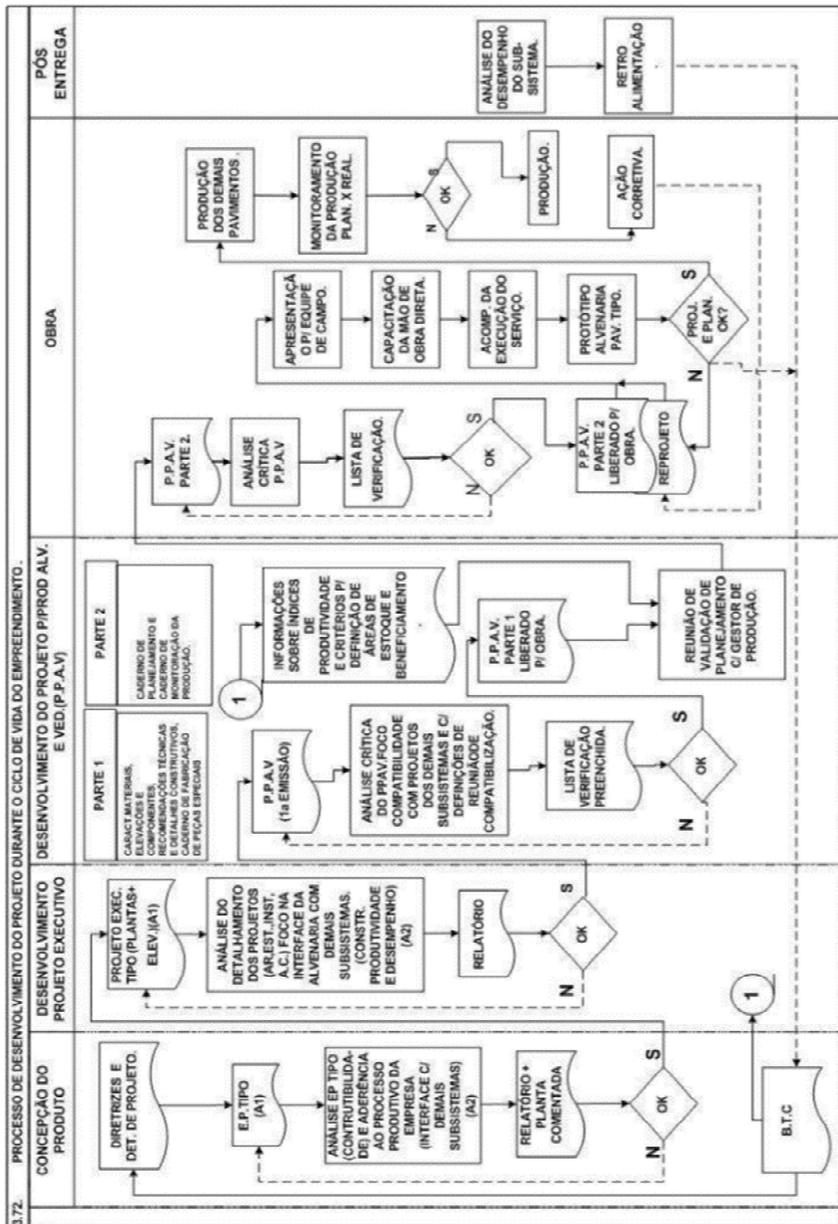
Figura 22 - Inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento



Fonte: adaptado de Chalita (2010).

A autora dividiu o processo de desenvolvimento do projeto em cinco macro etapas: concepção do produto, desenvolvimento do projeto executivo, desenvolvimento do projeto para produção de alvenaria de vedação (PPAV), obra e pós entrega. O detalhamento das fases de cada etapa está apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Processo de desenvolvimento do projeto durante o ciclo de vida do empreendimento



Fonte: Chalita (2010).

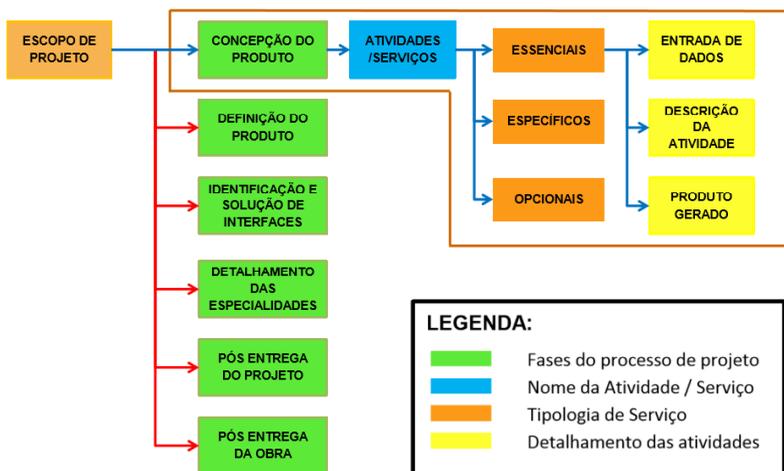
### *2.2.2.8 Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada (MANNESCHI, 2011)*

O objetivo principal do trabalho de Manneschi (2011) foi estudar a proposição dos escopos de projeto para produção de vedações verticais (PPVV) e projeto para produção de revestimento de fachada (PPRF), elencando quais atividades deveriam ser realizadas em cada fase do projeto. A autora divide as atividades em três categorias: serviços essenciais, serviços específicos e serviços opcionais. Os serviços essenciais são os que devem estar presentes nos projetos de todos os empreendimentos. Os específicos estariam presentes em condições particulares de empreendimentos, conforme as características e formas de atuação do contratante. Os opcionais são serviços que podem, eventualmente, ser desenvolvidos pelo projetista a fim de agregar valor ao serviço.

Os serviços de projeto foram então divididos em seis fases: concepção do produto, definição do produto, identificação e solução de interfaces, projeto de detalhamento das especialidades, pós-entrega do projeto e pós-entrega da obra. Para cada fase foram listadas as atividades ou serviços a serem desenvolvidos pelos projetistas do PPVV e PPRF.

O escopo proposto por Manneschi (2011) tinha como objetivo situar e detalhar as atividades do projetista para produção de vedações verticais e revestimento de fachada dentro da estrutura do processo de projeto (quando agir e sobre o que agir). A Figura 24 apresenta a estrutura proposta.

Figura 24 - Estrutura para o processo de projeto



Fonte: Manneschi (2011).

A seguir estão listadas as ações do projetista para produção de vedações verticais e revestimento de fachada nas fases do projeto elencadas por Manneschi (2011):

- a) concepção do produto: o projetista deve apoiar o levantamento de dados, levantar os requisitos de desempenho para as vedações verticais e revestimentos, as alternativas tecnológicas e a adoção da coordenação modular;
- b) definição do produto: definir as soluções técnicas para as vedações verticais e revestimento de fachada, analisar criticamente os procedimentos executivos existentes e as soluções de projeto das demais especialidades;
- c) identificação e solução de interfaces de projetos: definir os parâmetros dimensionais para a elaboração dos projetos, os requisitos de desempenho dos materiais e componentes, analisar criticamente os projetos das outras especialidades e suas interfaces com o PPVV e o PPRF;
- d) detalhamento de projeto: detalhar todos os elementos de projeto;
- e) pós-entrega do projeto: apresentar os projetos e preparar a equipe de obra para a execução. Acompanhar ensaios, quando necessário;
- f) pós-entrega da obra: avaliação e retroalimentação do processo de projeto.

### 2.2.2.9 Análise comparativa dos processos e o momento de elaboração do projeto para produção

A análise realizada nesta seção consiste na comparação entre os fluxos apresentados anteriormente e na identificação do momento em que ocorre a elaboração dos projetos para produção.

A NBR 6492: Representação gráfica de projetos de arquitetura (ABNT, 1994) fixa as condições necessárias para a representação gráfica dos projetos de arquitetura, a fim de que sejam bem compreendidos. A norma não contempla critérios de projeto ou informações relacionadas às outras especialidades de projeto, como o estrutural e de instalações, e também não são considerados os aspectos globais do empreendimento, tal como as etapas de construção e pós obra. O foco restringe-se ao projeto de arquitetura e sua representação gráfica, sem considerar a influência de seus dados de saída nas demais atividades da produção do empreendimento.

É importante salientar que a NBR 6492 (ABNT, 1994) não apresenta um estágio intermediário entre o anteprojeto e o projeto executivo. Este estágio é citado pela NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas (ABNT, 1995a) e também pela AsBEA (2000) que indicam as etapas de projeto legal e projeto básico como antecessoras do projeto executivo.

A NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas (ABNT, 1995a) possui um escopo mais abrangente para fixação das atividades técnicas, contemplando, além do projeto de arquitetura, também outras atividades de projeto como o de estruturas, instalações hidráulicas e elétricas, paisagismo, impermeabilização, entre outros. Embora considere as demais especialidades de projeto, e não apenas o arquitetonico, a NBR 13531 (ABNT, 1995a) também não considera os aspectos globais da execução do empreendimento, indicando que a etapa de projeto termina quando o projeto executivo está finalizado. Neste caso, ela não considera questões relacionadas aos projetos *as built* (como construído), ao acompanhamento da execução e à coleta de informações em obra para retroalimentação e proposição de melhorias. Assim, embora considere um número maior de etapas, há uma carência de informações acerca da interface dos dados de saída da etapa de projetos com a próxima fase: a construção do empreendimento. É válido dizer ainda que as normas NBR 6492 (ABNT, 1994) e NBR 13531 (ABNT, 1995a) nada discutem sobre o projeto para produção, seu escopo ou seu momento de elaboração ao longo do processo de projeto.

Em comparação às normas NBR 6492 (ABNT, 1994) e NBR 13531 (ABNT, 1995a), a proposta de etapas para elaboração de projetos de arquitetura da AsBEA (2000) apresenta-se mais completa, definindo um fluxo de atividades que contempla também a fase de assistência à execução da obra. A AsBEA (2000) salienta ainda a necessidade da coordenação e do gerenciamento de projetos. Contudo, nada comenta sobre a elaboração dos projetos para produção, apenas indicando a possibilidade de desenvolvimento de detalhes de execução como complemento ao projeto de execução.

O Manual de Escopo de Serviços de Coordenação de Projetos da AGESC (2008) também se apresenta mais completo do que as normas citadas, contemplando também a fase de construção do edifício. Mesmo assim, o manual não insere no processo de projeto a elaboração e a utilização de projetos para produção.

A Metodologia para o desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos proposta por Sabbatini (1989) elenca as etapas de um desenvolvimento tecnológico, desde sua concepção até sua comercialização em escala de mercado. Embora represente um fluxo muito além da simples coordenação de projetos de arquitetura e demais especialidades, entende-se que seus princípios básicos estão diretamente relacionados à proposta desta pesquisa, por apresentar uma sequência de etapas e retroalimentações com fins de consolidação do desenvolvimento de uma tecnologia. No caso da proposta desta pesquisa, a tecnologia consiste no projeto para produção e sua utilização como ferramenta indutora da racionalização construtiva. Na metodologia de Sabbatini (1989) a elaboração de projetos para produção está posicionada na quarta fase da primeira etapa da metodologia, intitulada concepção.

Em sua proposta para coordenação de projetos, Melhado (1994) entende que o projeto é parte de um sistema maior, formado também pela construção do edifício, seu uso, bem como a operação e manutenção deste edifício. O autor fundamenta seus princípios na busca pela qualidade e envolve todos os participantes do processo. Segundo o método que propõe, o projeto para produção é desenvolvido juntamente ao projeto executivo, na etapa de detalhamento.

Na proposta apresentada por Melhado (1994), os projetistas para produção encontram-se presentes nas discussões de projeto desde as etapas iniciais. Em outra publicação, Melhado (1998) afirma que o projeto para produção pode ser desenvolvido em conjunto com os demais projetos do edifício ou após a elaboração deles, sendo o primeiro caso mais desejável. Isso porque quando o projeto para produção é

elaborado concomitante aos demais projetos, existe uma maior coordenação das especialidades, o que só é possível quando a construtora é também incorporadora. Neste caso, o projeto para produção pode ser desenvolvido desde a fase de anteprojeto. Quando é elaborado após a finalização dos demais projetos, seu potencial de racionalização é diminuído. Nesta situação, embora não sejam possíveis muitas alterações, o projeto para produção ainda pode minimizar interferências entre os subsistemas, caso o projeto destes subsistemas possa ser retomado e corrigido.

Maciel e Melhado (1997) também destacam ser mais adequado que a definição de projeto executivo e projeto para produção seja simultânea, tal como indica Melhado (1994). Sobre esta elaboração conjunta, Melhado e Fabrício (1998) afirmam que permite uma melhor tradução dos atributos do produto, porém exige uma coordenação de projetos. Através desta coordenação, é possível que se identifique e corrija incompatibilidades, estabeleça práticas de intercâmbio entre profissionais de áreas diferentes e ainda facilite a introdução de inovações tecnológicas.

Para Souza e Melhado (1996) o ideal seria que o detalhamento da tecnologia produtiva ocorresse concomitante à elaboração do projeto, sendo ambos realizados de forma não compartimentada.

Os trabalhos de Dueñas Peña (2003), Chalita (2010) e Manneschi (2011) diferem dos fluxos já comentados, visto que o objetivo de suas propostas é uma estrutura (método, processo) de projeto específica do projeto para produção em estudo, e não uma metodologia genérica de coordenação de projetos. Dueñas Peña (2003) estuda um método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais (PPVV) e pouco discute o fluxo da coordenação de projetos, discutindo as etapas específicas para o desenvolvimento do PPVV.

Da mesma maneira procede Chalita (2010) que comenta sobre as etapas do ciclo de vida do empreendimento, mas seu objetivo é propor a estrutura do projeto para produção de alvenaria de vedação (PPAV) dentro deste ciclo de vida já existente.

Dueñas Peña e Franco (2006) afirmam, após a realização de estudos de caso, que a introdução do projeto para produção de vedações verticais ocorre com maior frequência nas etapas de anteprojeto e projeto executivo, dentro do processo de desenvolvimento dos projetos.

Manneschi (2011) difere um pouco dos autores anteriores ao discutir alguns critérios de gestão do processo de projeto e coordenação de projetos, contudo seu foco consiste em propor um escopo de projeto para produção, neste caso de vedações verticais (PPVV) e de

revestimento de fachada (PPRF). Na opinião da autora, para que a utilização e evolução dos projetos para produção seja efetiva, é necessário que desde a fase de concepção do produto exista a conscientização da influência de sua utilização. Assim, os projetos do produto já deveriam ser concebidos com diretrizes oriundas destes projetos para produção.

As etapas dos processos de projeto apresentados e o momento de inclusão do projeto para produção nestes processos, discutidos pelos autores citados nesta seção, foram compilados em um quadro comparativo (Quadro 1).

Quadro 1 – Quadro comparativo das propostas de fluxo

PROPOSTA	PROJETO DE ARQUITETURA	PROJETOS DE EDIFICAÇÕES	PROJETO DE ARQUITETURA	COORD. DE PROJETOS	DESENV. DE INOVAÇÃO	COORD. DE PROJETOS	ESCOPOS DE PROJETOS PARA PRODUÇÃO			
	NBR 6492: 1994	NBR 13531: 1995	AsBEA (2000)	AGESC (2008)	Sabbatini (1989)	Melhado (1994)	Ducñas Peña (2003)	Chalita (2010)	Maneschi (2011)	
ETAPA DE PROJETO	Fase/ Objetivo (programa de necessidades)	Levantamento (coleta de informações)	Levantamento de dados	Concepção do produto (programa de necessidades)	Concepção (estudos iniciais, concepção do MPSConstr., projeto de componentes, <b>PROJETO PARA PRODUÇÃO</b> )	Idealização do produto (programa de necessidades)	-	-	Concepção do produto (requisitos de desempenho e alternativas tecnológicas para o PPVV e PPRF)	
		Programa de necessidades					-	-		
	Estudo preliminar (estudo de viabilidade para aprovação do cliente)	Estudo de viabilidade	Estudo preliminar	Definição do produto (informações para viabilidade, projetos legais)		Análise de viabilidade (estudo preliminar)	Estudo preliminar (introdução do PPVV)	Estudo de viabilidade	Concepção do produto (diretrizes e primeiras análises do PPAV)	Definição do produto (soluções técnicas do PPVV e PPRF, análise dos procedimentos executivos e soluções de projeto de outras especialidades)
		Estudo preliminar								
	Anteprojeto (definição da ARQ considerando os complementares para aprovação final)	Anteprojeto/ Pré-execução	Atprojeto	Identificação e solução de interfaces de projeto		Formalização (nível de anteprojeto)	Anteprojeto (estudo preliminar do PPVV)	Desenvolvimento do projeto (desenvolvimento do PPAV durante o desenvolvimento dos projetos executivos)		Identificação e solução de interfaces de projetos (parâmetros dimensionais, requisitos de desempenho, interfaces com outros projetos)
		Projeto legal	Projeto legal							
Projeto executivo	Projeto básico	Projeto executivo (pré-executivo, projeto básico, projeto de execução, detalhes de execução) + Caderno de especificações	Detalhamento de projetos	Verificação (produção experimental, projeto e construção de protótipos, avaliação dos protótipos e do MPSConstr.)	-	Detalhamento: projeto executivo e <b>PROJETO PARA PRODUÇÃO</b>	Executivo (anteprojeto do PPVV)	Detalhamento de projeto (detalhamento do PPVV e PPRF)		
	Projeto para execução									
EXECUÇÃO DA OBRA	-	-	Assistência à execução da obra	Pós-entrega de projetos	-	Planejamento e execução	(implantação/ acompanhamento e retroalimentação do PPVV)	Construção (apresentação do PPAV à obra, execução de pavimento protótipo, acompanhamento, retroalimentação)	Pós-entrega do projeto (entrega do PPVV e PPRF)	
	-	-								
	Projeto como construído	-	-	-	-	-	-	-	-	
PÓS-OBRA	-	-	-	Pós-entrega da obra	Descrição (consolidação da tecnologia)	Entrega da obra (coleta de informações para retroalimentação)	-	Uso e manutenção (pós-entrega do PPAV, análise de desempenho e retroalimentação)	Pós-entrega da obra (retroalimentação do PPVV e PPRF)	
	-	-	-	-	Comercialização (divulgação, construção em escala piloto, construção em escala de mercado)	-	-	-	-	

Fonte: da autora (2015).

### 2.3 A RELAÇÃO DO PROJETO COM A PRODUÇÃO

Ainda é muito comum entre os profissionais da área da construção civil a ideia de que é possível resolver todos os problemas na obra, desde que haja um profissional com vasta experiência prática, como por exemplo um mestre de obras. Esta afirmação já havia sido apresentada por Franco (1992) em sua tese de doutorado e hoje se percebe que muito pouco tem sido feito para melhorar o processo e desmitificar este senso comum.

Melhado (1994) confirmou a afirmação de Franco (1992) ao realizar uma pesquisa preliminar com 58 profissionais da construção civil, entre executores, projetistas e contratantes de projeto. O resultado da pesquisa mostrou que a escolha dos métodos construtivos e a proporção entre o que define o projeto e o que resta a ser definido na própria obra foram considerados como fatores menos influentes. Em contrapartida, foram considerados como aspectos importantes a qualidade das informações iniciais fornecidas pelo empreendedor e a compatibilização de projetos.

Segundo Franco (1992) uma das maneiras de antecipar e prevenir muitos problemas executivos, tornando-os passíveis de resolução em um momento em que as alterações ainda não resultam em um aumento significativo de custos, é o desenvolvimento de uma nova modalidade de projeto: o projeto do método de produção. Este projeto tem como objetivo definir o processo de produção, e não o produto. Deve ser desenvolvido sempre que uma dada racionalização englobar todo um processo construtivo, como na execução de alvenaria utilizando escantilhões e no projeto de laje acabada, em que as tarefas não podem ser compreendidas dentro de especificações e detalhes genéricos.

Marques (1979) distingue dois conceitos para projeto. Um conceito é estático (projeto como produto) constituído por elementos gráficos e descritivos, destinado a atender às necessidades da etapa de produção. O outro conceito, dinâmico, estabelece para o projeto um sentido de processo, através do qual ficam definidas as soluções para os problemas. Melhado (1994) afirma que esta última dimensão do projeto deixa clara a caracterização do mesmo como um serviço, e não apenas como um produto.

Ainda sobre a distinção entre os conceitos do projeto, Martucci apud Melhado (1994) afirma que o projeto pode ser dividido em dois conteúdos: o projeto do produto e o projeto da produção. Estas duas abordagens devem caminhar juntas e os dois tipos de profissionais devem estar em permanente contato durante a atuação no projeto.

Melhado (1994, p. 169) afirma que:

o conjunto de informações de um projeto deve incluir, além das especificações do produto a ser construído, também as especificações dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o seu processo de construção.

Esta diretriz significa que não se pode resumir a atividade de projetar à caracterização geométrica do produto e suas especificações de acabamento. Um conjunto de informações em relação ao processo de produção, tais como o sequenciamento e a orientação das atividades, também deve compor o projeto.

Segundo Franco (1992) o aprimoramento do processo de produção é uma tarefa rotineira nos diversos setores da indústria de transformação, porém não ocorre na construção civil. Neste setor os projetos são elaborados com objetivo único de definição do produto: o edifício.

### **2.3.1 O projeto para produção na construção civil**

Wong, Wang e Strong (2004, p. 264) definem projeto para produção como “método sistemático que conduz a um projeto de produto com custo de produção mínimo enquanto satisfaz todos os requisitos funcionais”. Embora o trabalho enfoque a engenharia mecânica e de manufatura, este conceito pode ser entendido também no contexto da construção civil no que diz respeito à relação entre o produto e o processo.

Em sua metodologia para elaboração de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos, Sabbatini (1989) comenta sobre o projeto de produção do edifício (ou de suas partes). Segundo o autor, no referido projeto

são definidas as técnicas construtivas (e também os métodos, no caso do objeto do desenvolvimento ser um processo ou um sistema construtivo) e projetados os detalhes de execução (fixação, acabamento, montagem, embutimento, moldagem, etc.) que irão permitir a construção do edifício ou de suas partes em acordo com o prescrito na concepção geral (SABBATINI, 1989, p. 115).

Sabbatini (1989) também comenta que o projeto de produção do edifício evolui em ciclos iterativos, começando por um projeto preliminar e evoluindo de maneira progressiva até a consolidação da

solução e o aperfeiçoamento da construtibilidade. No início do processo é necessário também que se formulem soluções alternativas para que sejam analisadas e selecionadas conforme a concepção geral no método, processo ou sistema construtivo.

Melhado (1994, p. 196) conceitua projeto para produção como:

conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

Franco (1992) afirma que a implantação e o uso do projeto para produção representa um aumento significativo no nível de construtibilidade do projeto, pois significa, de maneira simples, uma conduta de pensar como executar antes do momento da execução. Além disso, a necessidade do surgimento deste tipo de projeto indica uma evolução no nível organizacional da obra.

Melhado e Fabrício (1998) afirmam que, apesar do produto da construção civil (o edifício) não manter uma repetitividade estrita, os procedimentos de produção podem permanecer os mesmos ao longo da execução de várias obras. Assim, o projeto do processo na construção pode envolver duas etapas diferentes: uma contendo as informações invariáveis e a outra apresentando informações próprias de cada obra. Neste momento, os autores diferenciam o conceito de **projeto para produção** de um outro conceito da literatura chamado de **projeto da produção**. O projeto da produção consiste no estabelecimento das estratégias gerais das técnicas construtivas de execução (incluindo as normas, metas de produtividade, métodos de controle, padrões de qualidade) de cada processo construtivo utilizado pela construtora. Por outro lado, o projeto para produção volta-se à

definição (em projeto) das sequências e métodos de execução de determinadas etapas críticas da obra, como forma de se ampliar o desempenho na produção dessas etapas (MELHADO; FABRÍCIO, 1998, p. 733).

Chalita (2010) também estabelece em seu trabalho esta distinção de conceitos. A autora afirma que o projeto da produção tem por objetivo aprimorar o sistema de produção da empresa e seu alvo é a

tecnologia da produção. O projeto para produção, por sua vez, tem como foco a construtibilidade dos projetos e a otimização da obra, desenvolvendo os processos críticos de cada obra concomitante à geração das soluções de produto.

Para Melhado e Fabrício (1998) o projeto para produção deve atuar como antecipação da produção de certas etapas críticas de obra, ajudando na avaliação da construtibilidade dos projetos do produto e na busca por soluções alternativas de produto que possam incrementar o nível de construtibilidade.

Para Souza e Melhado (1996) o projeto para produção, no contexto da construção de edifícios, deve transmitir à obra, de maneira efetiva, a forma como a tecnologia construtiva deve ser aplicada, evitando que as decisões de como construir sejam adotadas no canteiro de obras.

Melhado (1998) comenta que na maioria das empresas o potencial dos projetos para produção elaborados é subutilizado, devido à resistência em relação à necessidade de alteração do produto.

Sabbatini (1998) afirma que os projetos para produção, também chamados de projetos construtivos, tem como objetivo estabelecer o como fazer e constituem ferramenta necessária para se conseguir a máxima eficiência. O autor conceitua ainda que:

um projeto para produção nada mais é do que pensar e planejar como fazer antes de fazer algo e complementa um projeto que define o que deve ser feito [...]. Consiste em um conjunto de projetos construtivos, integrados e totalmente coerentes entre si (SABBATINI, 1998, p. 12).

Aquino e Melhado (2001) afirmam que o projeto para produção deve atuar como agente de integração entre o produto e o processo de produção e fornecer auxílio para a tomada de decisões antes mesmo da produção. Dessa forma este projeto atua como elemento estratégico para a racionalização construtiva e a introdução de novas tecnologias nas construtoras. É necessário, contudo, que haja uma sistemática adequada para a sua implantação e que o projeto para produção esteja integrado ao contexto de todo o processo, já sendo pensado na etapa de anteprojeto.

Além de detalhar técnica e sistematicamente o produto, os projetos para produção precisam detalhar todo o processo de produção e definir indicadores de tolerância e de controle, oferecendo informações de suporte técnico e organizacional à obra. Dessa forma, torna-se uma ferramenta de gestão da produção e da qualidade (DUEÑAS PEÑA, 2003).

O projeto para produção também apresenta um papel nitidamente compatibilizador dentro do processo de projeto e, por este motivo, acaba intervindo diretamente nos demais projetos enquanto análise crítica. Contudo, não é objetivo do projeto para produção suprir informações de projetos deficientes, e sim apontar os eventuais pontos críticos destes e da coordenação, melhorando a qualidade técnica dos projetos, do processo de projeto e da execução da obra (DUEÑAS PEÑA, 2003).

Fabrizio (2002) afirma que os projetos para produção são os responsáveis pela seleção tecnológica construtiva para a execução de determinada parte ou subsistema da obra. Estes projetos envolvem a definição de procedimentos, sequências de trabalho e recursos materiais necessários.

Chalita (2010, p. 49) conceitua projeto para produção com enfoque nos subsistemas que integram o edifício:

o projeto para produção é uma ferramenta organizacional que define completamente e de forma sistêmica a maior parte das atividades necessárias para produzir um subsistema da edificação e que engloba o projeto do processo e incorpora o projeto do produto, o planejamento e a gestão da produção de forma a possibilitar a execução dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados.

Para Manneschi (2011) o projeto do produto prevê a definição do produto concebido, gráfica e descritivamente, enquanto o projeto para produção tem como objetivo definir a forma de produção do produto, ou seja, o como fazer, sendo um projeto construtivo.

Outra justificativa para adoção do projeto para produção é apresentada por Chalita (2010) que afirma que a racionalização e o aperfeiçoamento dos processos construtivos isoladamente não são suficientes para a obtenção de maior eficiência e eficácia: é necessário que o processo de produção seja conduzido totalmente pelo projeto construtivo.

### **2.3.2 Diferença entre o projeto para produção e o projeto executivo**

No setor da construção de edifícios, frequentemente o projeto executivo possui um nível de detalhamento muito baixo, sem a indicação sobre a forma de produzir. Assim, o projeto do processo construtivo (o meio de produção) geralmente inexistente, gerando uma confusão entre o produto e o processo de produção. Esta situação é

reforçada pelo fato de se ter um único produto para cada empreendimento e um particular processo de construção definido, não sistematizado ou padronizado (FRANCO, 1992; SABBATINI, 1998).

Ao apresentar a terminologia associada aos projetos de edifícios Melhado (1994, p.196) conceitua **projeto executivo** como

a representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para a perfeita compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondentes.

Com base neste conceito de projeto executivo e nos conceitos de projeto para produção apresentados anteriormente, entende-se que a grande diferença entre os dois termos está no alcance e na finalidade do projeto: enquanto o projeto executivo possui a função indicativa (conjunto de informações para fins de orçamento e contratação), o projeto para produção foca no processo de produção, sendo destinado à utilização da mão de obra no canteiro.

Melhado (1994) caracteriza o projeto executivo como um projeto de produto e propõe a inclusão, dentro das terminologias relacionadas à construção de edifícios, do projeto para produção.

Para Sabbatini (1998) os projetos com os quais a construção civil geralmente trabalha são conceituais: projeto arquitetônico, de estruturas, de instalações. Eles estabelecem as características que definem o produto e não como construí-lo. Mesmo quando se fala em projeto executivo, este geralmente consiste em um conjunto de detalhamentos dos componentes do produto acabado e não indica a forma de se produzir. Isso indica que os projetos conceituais estabelecem o que fazer e não como fazer, sendo este o objeto dos projetos para produção.

Segundo Aquino e Melhado (2001) algumas construtoras erroneamente chamam de projeto para produção um melhoramento do projeto executivo, com a inclusão de mais detalhes. Contudo, o projeto para produção deve ter o enfoque essencialmente na produção, e não no produto.

### 2.3.3 Escopo do projeto para produção

Vários autores já propuseram um escopo para o projeto para produção, focando em alguns subsistemas específicos, entre eles:

- a) lajes racionalizadas: Souza (1996), Souza e Melhado (1996, 1998);

- b) revestimento de fachada: Maciel (1997), Maciel e Melhado (1997, 1999), Manneschi (2011);
- c) vedações verticais: Silva (2003), Holanda (2003), Dueñas Peña (2003), Dueñas Peña e Franco (2004, 2006), Aquino (2004), Chalita (2010), Manneschi (2011).

A seguir são apresentadas breves descrições de alguns escopos de projeto para produção, de acordo com o subsistema a que se referem.

### *2.3.3.1 Lajes racionalizadas – Souza e Melhado (1996, 1998)*

Conforme afirmam Souza e Melhado (1996) o projeto da laje racionalizada deve ser desenvolvido em duas fases. A primeira fase consiste na interface com as demais disciplinas de projeto e objetiva a determinação das cotas das lajes. Está dividida em duas etapas: anteprojeto do revestimento de piso e o detalhamento do projeto executivo. A segunda fase é a interface com a produção e contém as orientações para a execução da laje no canteiro de obras. É nesta fase que se elabora o projeto para produção.

Os antecedentes necessários à elaboração do projeto para produção das lajes racionalizadas são: os procedimentos de execução da laje racionalizada, a organização do canteiro de obras (definição de equipamentos, sequência e estocagem) e a primeira fase do projeto de laje.

O projeto para produção da laje racionalizada deve conter:

- a) definição do sentido geral de concretagem;
- b) delimitação e sentido dos panos de concretagem;
- c) posicionamento das caixas de passagem e gabaritos;
- d) definição da posição dos caminhos de concretagem;
- e) definição da posição das taliscas ou mestras metálicas;

Ao final do projeto, deve ser feita a análise crítica de alguns itens tais como a adequação e coerência da sequência de execução dos serviços, a verificação da posição e nível definidos para as referências e o atendimento ao conteúdo do projeto para produção.

### *2.3.3.2 Revestimento de fachada – Maciel e Melhado (1997, 1999)*

Maciel e Melhado (1997, 1999) propõem que o projeto de revestimento de argamassa de fachada seja elaborado juntamente aos outros projetos e fundamentado na tecnologia da empresa. O projeto para produção do revestimento de fachada deve conter:

- a) limites de tolerância para sua execução e, somente no caso desses limites não serem atendidos deve-se realizar a redefinição do projeto, paralelamente à obra;
- b) especificações de materiais e componentes, fornecendo opções;
- c) especificação da argamassa: características da central de produção, área de estocagem e equipamentos de transporte;
- d) organização do canteiro de obras;
- e) sequência de execução do revestimento;
- f) controle da produção.

### 2.3.3.3 *Revestimento de fachada e vedações verticais– Manneschi (2011)*

Manneschi (2011) apresenta o escopo-mestre de serviços para o projeto para produção de vedações verticais e revestimento de fachada da indústria imobiliária, conforme as fases já descritas no item 2.2.2.8. De acordo com a autora, o projeto para produção é realizado após a verificação preliminar e análise crítica de procedimentos de execução existentes e a definição dos parâmetros dimensionais. Este projeto deve conter:

- a) diretrizes para os sistemas de produção;
- b) ajustes dimensionais (horizontal e vertical) quando necessários;
- c) planta de consolidação dos conceitos construtivos;
- d) definição dos requisitos de desempenho dos materiais e componentes;
- e) quantificação dos componentes;
- f) procedimento de execução dos componentes produzidos em obra;
- g) projeto para personalização de unidades;
- h) planejamento das etapas de execução;
- i) definição do plano de ensaio (no caso do revestimento);

### 2.3.3.4 *Projeto para produção de alvenaria de vedação – Chalita (2010)*

Chalita (2010) divide o desenvolvimento do projeto para produção das alvenarias de vedação em duas partes. Na primeira parte constam:

- a) caracterização de materiais, elevações e componentes;
- b) recomendações técnicas e detalhes construtivos;
- c) caderno de fabricação de peças especiais.

A segunda parte é composta de:

- a) caderno de planejamento com índices de produtividade e critérios para definição de áreas de estoque e beneficiamento;
- b) caderno de monitoramento da produção.

### *2.3.3.5 Escopo dos projetos para produção segundo Melhado (1994)*

Em sua tese Melhado (1994) propõe como produtos finais para a etapa de projeto para produção o projeto do canteiro de obras e o projeto do processo de produção. As informações referentes a estes produtos finais estão apresentadas no Quadro 2 e no Quadro 3 respectivamente.

Quadro 2 – Informações do projeto do canteiro de obras

#### **Projeto do canteiro de obras:**

- a) desenho de implantação do canteiro com a disposição dos elementos e a evolução do canteiro ao longo das fases de obra (escala 1:200 ou 1:500);
- b) plantas de locação de equipamentos de transporte ou de controle, mostrando o posicionamento, a montagem e o deslocamento no decorrer da obra; raio de ação, trajetória, ciclo de produção (escala adequada);
- c) plantas e cortes transversais e longitudinais das edificações provisórias (escala 1:100);
- d) especificações técnicas para execução das edificações provisórias e detalhamento de itens não padronizados;

Fonte: adaptado de Melhado (1994).

### Quadro 3 - Informações do projeto do processo de produção

#### Projeto do processo de produção:

- a) disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço (plantas e cortes sem escala);
- b) desenhos de detalhes construtivos especiais de formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais de concreto armado ou protendido e demais detalhamentos necessários ao entendimento da execução da estrutura (escala adequada);
- c) detalhes de embutimento e passagens em formas, colocação de chumbadores ou fixações em elementos da estrutura;
- d) detalhes construtivos especiais de montagem de armaduras de elementos de concreto armado ou protendido;
- e) sequência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção (como prumadas de instalações, vão de esquadrias, entre outros); detalhes de colocação de componentes especiais;
- f) detalhes para fabricação de componentes pré-moldados, tais como vergas e contra vergas;
- g) ramais de instalações: sequência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
- h) esquadrias: sequência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
- i) sequência, posicionamento e detalhes de assentamento ou fixação dos revestimentos em geral; em revestimentos modulares, desenho de referência para cortes e arremates de componentes;
- j) especificações técnicas para serviços em formato A4, oriundas das normas técnicas, específicas do empreendimento em projeto ou seguindo o padrão adotado e documentado pela construtora;
- k) procedimentos e controles de produção dos serviços que compõem o processo construtivo adotado; equipamentos utilizados no controle.

Fonte: adaptado de Melhado (1994).

#### 2.3.4 A origem do projeto para produção

Conforme afirma Dueñas Peña (2003), o projeto para produção teve sua origem na indústria de produtos seriados, como resultado do investimento destas empresas em melhorias no processo produtivo a fim de reduzir prazos e melhorar a qualidade do produto, diante da forte concorrência e competitividade de mercado. A autora ainda comenta que dentre as metodologias que influenciaram a elaboração do projeto para produção, sem dúvida, a mais significativa foi a engenharia simultânea. Esta sistemática substituiu a tradicional engenharia

sequencial, permitindo que o projeto do produto seja vinculado ao projeto do processo, numa elaboração concomitante.

No contexto da construção de edifícios, o projeto para produção surgiu no final da década de 80 e início da década de 90, principalmente por iniciativa de algumas empresas construtoras na cidade de São Paulo. Estas empresas desejavam ampliar o conceito de projeto devido à necessidade de que ele se reportasse também à produção. O ponto inicial no desencadeamento do processo ocorreu em 1989, através de um convênio entre a Escola Politécnica e a Encol, que previa a elaboração de diretrizes para o desenvolvimento de vários projetos voltados à produção (AQUINO; MELHADO, 2003).

A partir de 1990 vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos para analisar a necessidade e a configuração dos projetos para produção como ferramenta de planejamento da execução da obra e como integração entre a obra e o projeto do produto. Alguns estudos também focaram no desenvolvimento de tecnologia e metodologia para aplicação destes projetos. Nessa época, várias empresas construtoras, principalmente do estado de São Paulo, iniciaram o desenvolvimento e a demanda de projeto para produção de alguns subsistemas da edificação (FABRÍCIO, 2002).

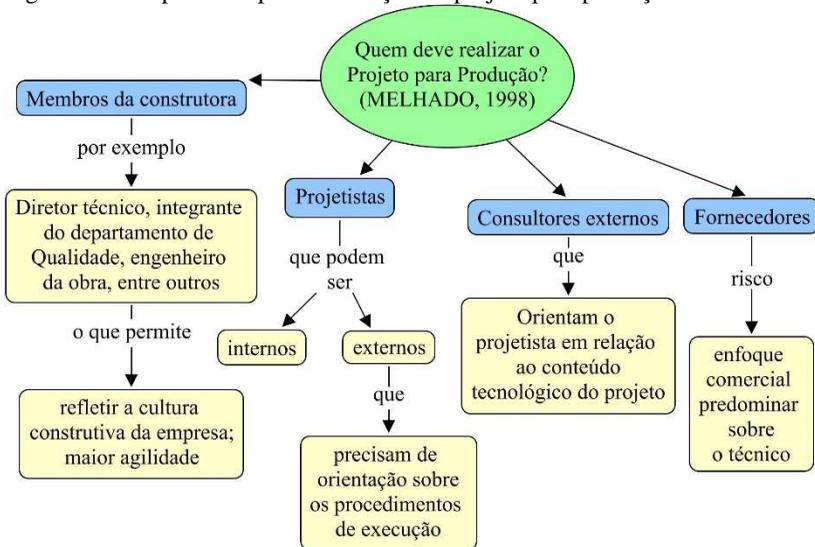
A inserção do projeto para produção na indústria da construção civil representou uma melhoria significativa na racionalização da produção, tal como na indústria seriada. Além disso, este projeto atua como ferramenta de melhoria contínua do processo de gestão da produção, conforme o nível tecnológico da empresa (DUEÑAS PEÑA, 2003).

Aquino e Melhado (2002b) citam alguns subsistemas em que os projetos para produção são mais utilizados pelas construtoras, sendo eles: alvenaria de vedação, cobertura de telha cerâmica, impermeabilização, alvenaria estrutural e lajes racionalizadas.

### **2.3.5 O local e os responsáveis pela elaboração do projeto para produção**

Melhado (1998) afirma que o ideal é que a elaboração do projeto para produção esteja ligada ao canteiro de obras e à equipe de produção, evitando-se soluções típicas da engenharia de escritório. Sobre o responsável pela elaboração, o autor apresenta as opções indicadas na Figura 25.

Figura 25 - Responsável pela elaboração do projeto para produção



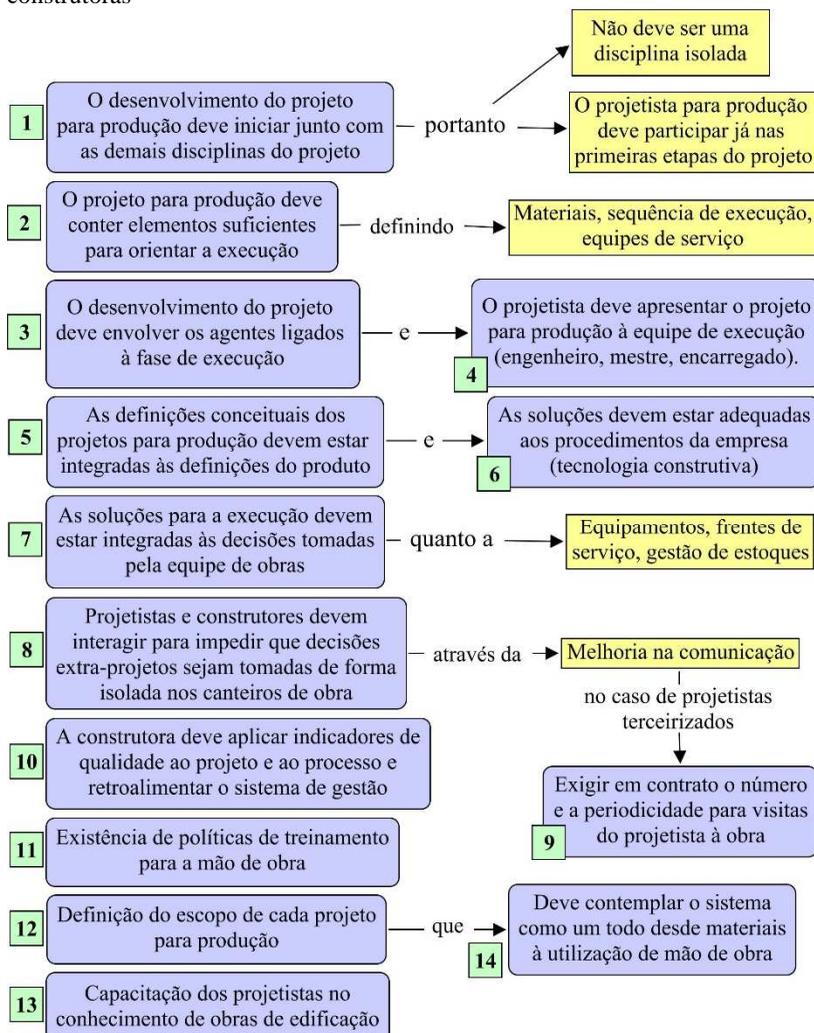
Fonte: adaptado de Melhado (1998).

Fabício e Melhado (1998) defendem que a elaboração do projeto para produção deve ser realizada pela própria empresa que irá utilizá-lo, podendo haver contribuições de consultores e especialistas, pois demanda um autoconhecimento das características da empresa e das metas que se pretende alcançar.

### 2.3.6 Diretrizes para incorporação do projeto para produção em construtoras

Segundo Aquino e Melhado (2001, 2002a) o projeto para produção vem ganhando destaque por empresas construtoras e pesquisadores. Os autores citam algumas diretrizes para a incorporação e utilização dos projetos para produção nestas empresas, que estão apresentadas na Figura 26.

Figura 26 - Diretrizes para incorporação dos projetos para produção em construtoras



Fonte: adaptado de Aquino e Melhado (2001 e 2002).

### 2.3.7 O Banco de Tecnologia Construtiva

Franco (1992) afirma que um primeiro passo para a otimização das técnicas construtivas é a padronização, que permite que sejam implementadas e avaliadas as mudanças a partir de um estado

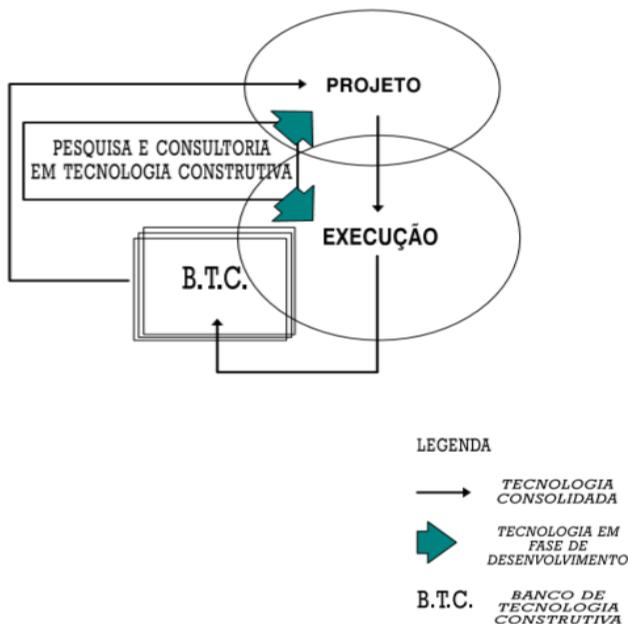
conhecido. O início dessa padronização pode acontecer através da elaboração dos procedimentos construtivos para uma determinada obra ou para toda a empresa. Estes procedimentos deverão servir como normas internas, fundamentando toda a execução.

É fundamental que os projetos desenvolvidos tenham coerência com a realidade da empresa, que pode estar documentada em manuais, procedimentos e normas internas. Deve-se também criar um mecanismo de atualização destes documentos, agilizando a inclusão de alterações e permitindo o armazenamento formal das informações. É válido dizer ainda que os procedimentos elaborados contribuem para o aumento da racionalização construtiva, a implantação do controle de execução dos serviços, o treinamento da mão de obra, o planejamento da produção, a otimização de técnicas, a consolidação da cultura construtiva da empresa e o estabelecimento de sua memória tecnológica construtiva (FRANCO, 1992).

Sobre esta memória de tecnologia, Melhado (1994) afirma que sua criação se torna possível devido ao processo de evolução tecnológica também englobar o registro das soluções dadas aos problemas com os quais se depara ao longo de seu desenvolvimento. Na maioria das vezes não é feito o registro adequado das ideias e conclusões que foram geradas durante a elaboração dos projetos, nem são realizadas análises de resultados em obra. A criação de uma memória construtiva é um recurso que deve ser explorado e incorporado à estrutura organizacional da empresa. É um conjunto de informações técnicas e detalhes construtivos que serão constantemente complementados até que se tornem fonte de referência atualizada e suficiente para as necessidades da organização.

Para Melhado (1994, p. 171), “o caminho para a evolução tecnológica passa pela estruturação de um banco de informações, disponível para utilização pelos projetistas”. O autor denomina este banco de informações de Banco de Tecnologia Construtiva (BTC) que deve conter recomendações para a especificação de materiais ou serviços, tipos e alternativas de detalhes construtivos, prescrições dimensionais na forma de malhas de modulação ou índices geométricos, entre outros. A Figura 27 ilustra esta ideia.

Figura 27 - Proposta do Banco de Tecnologia Construtiva como ligação entre etapas de projeto e execução e parte do processo de desenvolvimento tecnológico da empresa



Fonte: Melhado (1994)

O Banco de Tecnologia Construtiva (BTC) é definido como um sistema permanentemente atualizado contendo informações, na forma gráfica ou escrita, relativas a características próprias da tecnologia construtiva utilizada, parte integrante do sistema geral de informações da empresa e disponível para uso nas atividades de projeto (MELHADO, 1994, p. 199).

Manneschi (2011) também comenta sobre o banco de tecnologia construtiva como fonte de armazenamento de dados. A autora atenta para a necessidade do desenvolvimento de sistemas de informação eficientes para retroalimentar todos os envolvidos no processo do projeto para produção, de forma que os próximos projetos possam se adaptar cada vez mais às necessidades da execução, bem como da pós-ocupação e serviços.

A padronização dos procedimentos de execução e controle dos serviços é fundamental ao processo de desenvolvimento dos projetos, servindo como referência para a elaboração dos projetos para produção.

A formalização destes documentos gera a necessidade de se manterem atualizadas as informações tecnológicas (MELHADO, 1998).

Melhado e Fabrício (1998) afirmam que o estabelecimento de procedimentos de produção, quando acompanhado de um monitoramento adequado, com objetivo de retroalimentação, e de uma política de melhoria contínua, apontam para a introdução de novas tecnologias construtivas que aumentam o nível de qualidade do processo e do produto.

## 2.4 CONCEITUAÇÃO DE MODELO

Segundo Melhado (1998, p. 742), “o desenvolvimento de uma metodologia de projeto significa identificar e estabelecer o fluxo geral de atividades do processo de projeto da empresa”. Neste fluxo devem estar definidos os momentos de tomada de decisão e concepção, ações de coordenação técnica e análise crítica.

Melhado e Fabrício (1998) afirmam que a metodologia de elaboração dos projetos para produção deve ser articulada e coincidir com a tecnologia construtiva da empresa.

Ao desenvolver o projeto para produção, além de considerar a interface com o projeto do produto, a construtora deve preocupar-se também com as interfaces entre os serviços (SOUZA; MELHADO, 1996).

Sabbatini (1989) enfatiza a importância do desenvolvimento de uma metodologia apropriada na concepção do meio de produção ao comentar que erros que ocorrem nesta concepção se multiplicam ao longo dos edifícios que adotam o método, dificultando e encarecendo a correção. A metodologia deve possibilitar a correção dos erros durante a fase de concepção de modo a proporcionar elevados níveis de confiabilidade ao longo do processo.

Para Mayr (2007, p. 82), “modelos são representações que permitam descrever, explicar e simular um sistema e seus processos”. A elaboração de um modelo implica em uma sistematização de informações, cuja análise permite a compreensão do funcionamento do processo. Apresentam os componentes do sistema, as interações entre estes componentes e seu funcionamento sob determinadas condições.

A função da modelagem do processo é definir o sequenciamento das tarefas que devem ser realizadas ao longo do processo, apresentando seu conteúdo, as informações necessárias ao seu desenvolvimento e os produtos gerados na sua execução (TZORTZOPOULOS et. al., 1998).

Silva (2011) afirma que através da modelagem do processo é possível, além de conhecer, modificar os modelos tradicionais a fim de promover a melhoria destes.

Uma das etapas consideradas na formulação do modelo proposto nesta pesquisa é a fase de retroalimentação do projeto para produção. Segundo Melhado (1998) a coleta de dados e a medição de resultados da aplicação do projeto em obra são fundamentais para sua análise, pois demonstram o impacto das decisões tomadas no projeto. As boas soluções devem estar documentadas, e também as más, a fim de que se possa evitar a repetição destes erros nos próximos projetos. Dessa forma, contribui-se para a melhoria da coordenação dos projetos e o aumento do nível de competitividade da construtora.

Para Tzortzopoulos et. al. (1998, p. 634)

uma das principais contribuições do desenvolvimento de modelos com a abordagem ampla do processo de projeto é que estes são base para o desenvolvimento de sistema de gestão da empresa construtora, em função das fortes interfaces do processo de projetos com os demais processos. No momento em que são desenvolvidos modelos do processo, são também incorporadas a estas ações gerenciais, que permitem que a gestão do processo ocorra de forma mais transparente e efetiva.

Os mesmos autores ainda afirmam que o modelo do processo possibilita que este seja planejado corretamente e simplificado em alguns aspectos. Dentre os benefícios do modelo está a possibilidade de proposição de melhorias em relação à redução do número de passos, a partir da análise do sequenciamento das atividades, a fim de eliminar perdas no processo. Também são citados como benefícios do modelo do processo a facilidade de aplicação de ferramentas de controle e medição, bem como a retroalimentação dos novos projetos a partir do registro sistematizado do acompanhamento das tarefas realizadas (TZORTZOPOULOS et. al., 1998).

Librelotto (2005) estabelece a diferenciação entre os conceitos de modelo, abordagem e método, sendo que:

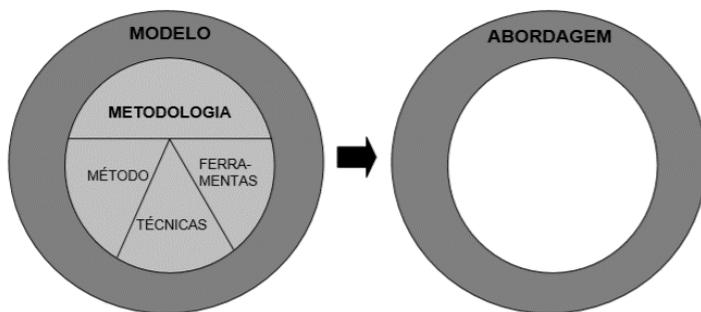
- a) o modelo possui associado a ele “um conceito, uma representação esquemática, um método, uma estrutura e por vezes até mesmo ferramentas para sua aplicação” (LIBRELOTTO, 2005, p. 38);
- b) a abordagem apenas apresenta uma conceituação ou uma representação esquemática;

- c) o método apresenta todos os passos que devem ser seguidos para a aplicação da proposta.

A Figura 28 ilustra a esquematização dos conceitos apresentada pela autora, em que:

o modelo é o mais abrangente, seguido pela metodologia e posteriormente, pelos métodos, ferramentas e técnicas. O modelo sem método é considerado apenas como uma abordagem (LIBRELOTTO, 2005, p. 39).

Figura 28- Esquematização dos conceitos de modelo, metodologia e abordagem



Fonte: Librelotto (2005).

## 2.5 O MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005)

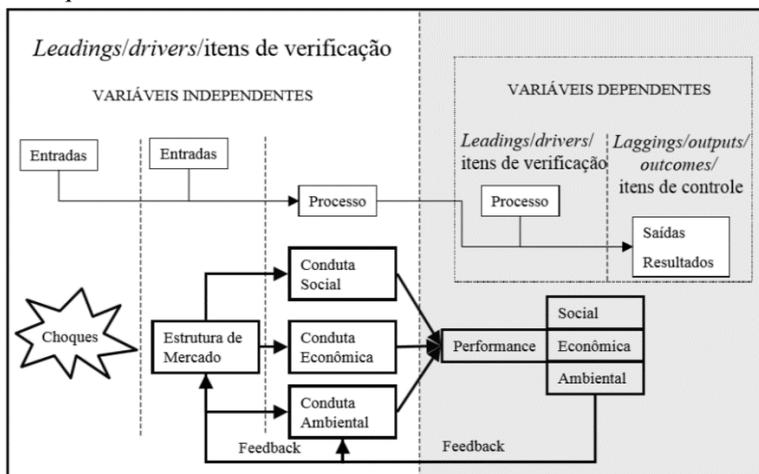
Librelotto (2005) afirma que uma avaliação integrada de desempenho na construção civil deve considerar a estrutura da indústria e as pressões que esta estrutura exerce sobre a empresa que nela se insere. Deve contemplar também a conduta que a empresa adota diante dessas pressões e dos choques devidos a alterações bruscas nas condições de mercado. Por fim, o desempenho da empresa deve ser considerado como uma resultante das condutas adotadas pela empresa inserida na estrutura da indústria, como um fator de retroalimentação ao sistema como um todo.

O Modelo ESA proposto por Librelotto (2005) consiste em um modelo de avaliação do desempenho empresarial sustentável considerando as dimensões econômica, social e ambiental (daí é que se tem a sigla ESA). Este modelo permite estabelecer o enquadramento das empresas de construção civil no setor de edificações, segundo a estrutura de mercado e a conduta empresarial.

Na dimensão social são consideradas as atitudes da empresa em relação às pessoas internas e externas à organização. A dimensão econômica contempla as análises financeiras convencionais e os investimentos ambientais e sociais. Na dimensão ambiental são levados em consideração os fatores ecológicos.

O modelo ESA parte da premissa de que a empresa, para garantir sua sustentabilidade, deve manter o equilíbrio entre o desempenho alcançado nas dimensões econômica, social e ambiental e o desenvolvimento de ações (condutas) para estas três dimensões. O desempenho da empresa sofre influência das condutas adotadas e estas são reflexo dos seguintes aspectos: o contexto da estrutura industrial em que a empresa se insere, as capacidades da organização e os choques externos sobre a estrutura industrial. A Figura 29 apresenta um esquema de como os fatores que influenciam a conduta empresarial (variáveis) foram estabelecidos no Modelo ESA com base em uma relação de entrada, processos e saídas.

Figura 29 – Esquematização/conceituação dos indicadores de desempenho e seus enquadramentos no modelo ESA

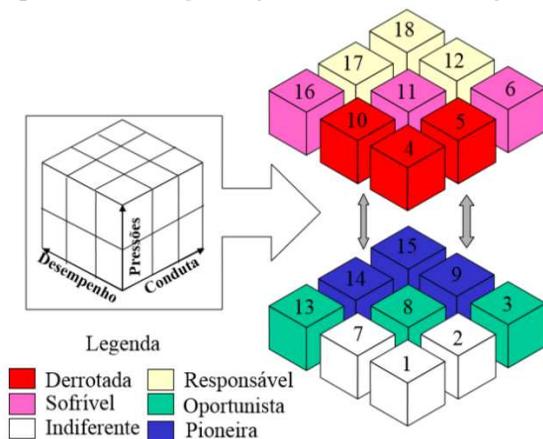


Fonte: Librelotto (2005).

- a) A aplicação do Modelo ESA consiste nas seguintes etapas:  
 análise da estrutura de mercado, que permite a caracterização das pressões, tomando-se por base os dados extraídos da revisão bibliográfica;

- b) levantamento da conduta empresarial, através de visita à empresa, coleta de dados e processamento de informações;
- c) avaliação do desempenho econômico, social e ambiental através do cálculo dos indicadores da estrutura, da conduta e do desempenho, adotando-se a classificação em cada dimensão como fraca, intermediária ou forte;
- d) o posicionamento da empresa conforme derrotada, sofrível, responsável, indiferente, oportunista ou pioneira, é obtido através da correlação entre as avaliações dos indicadores da estrutura, da conduta e do desempenho. Um esquema desta correlação é apresentado na Figura 30.

Figura 30 - Avaliação do posicionamento das empresas no Modelo ESA



Fonte: Librelotto (2005).

Na presente pesquisa, o Modelo ESA é utilizado para a avaliação da conduta empresarial da construtora foco da aplicação da proposta, não sendo realizadas análises da estrutura de mercado e de posicionamento final da empresa. O diagnóstico da conduta da empresa, segundo o Modelo ESA, prevê a aplicação de questionários, a realização de entrevistas e a busca por evidências em campo.

Como conduta empresarial a autora define “postura adotada e definição de estratégias/ ações (deliberadas ou não) para assumir um posicionamento no mercado” (LIBRELOTTO, 2005, p. 3).

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

A pesquisa bibliográfica apresentou as abordagens mais significativas relacionadas aos projetos para produção no contexto da construção civil brasileira. Para cada processo analisado foi possível verificar as etapas envolvidas, suas atividades e responsáveis.

Além da conceituação de termos relacionados a projetos, racionalização construtiva e construtibilidade, a proposta desta pesquisa tornou necessária a descrição de alguns fluxos de coordenação de projeto, desenvolvimento de MPSConstr. e projetos para produção desenvolvidos por autores da bibliografia. Esta descrição se justifica pela necessidade de se obter embasamento para o desenvolvimento de um modelo de projeto para produção a ser aplicado na construtora.

Após a análise dos processos pesquisados, apresentados em 2.2.2, agrupou-se as informações base de cada abordagem a fim de compilar subsídios à formulação do modelo desta pesquisa. A seguir estão listadas as principais ideias de autores que foram consideradas na proposta deste trabalho.

Das normas brasileiras NBR 6492 (ABNT, 1994) e NBR 13531 (ABNT, 1995a):

- a) ideia de que o anteprojeto possui informações técnicas provisórias e deve considerar os demais projetos complementares (estrutura, instalações);

Das etapas do projeto de arquitetura propostas pela AsBEA (2000):

- a) importância do acompanhamento em campo através da etapa de assistência à execução da obra;
- b) necessidade de uma coordenação de projetos para compatibilizar as necessidades das diversas áreas envolvidas.

Do processo para coordenação de projetos proposto pela AGESC (2008):

- a) ideia de estabelecimento de um fluxo de trabalho estável e padronizado na elaboração do projeto;
- b) existência de uma etapa de identificação e solução de interfaces de projeto;

Da Metodologia para desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos de Sabbatini (1989):

- a) princípios básicos para trabalhos de desenvolvimento tecnológico;
- b) necessidade de um estágio preliminar de desenvolvimento para coleta e seleção de informações;

Da Metodologia de coordenação de projetos proposta por Melhado (1994):

- a) caráter sistêmico do projeto e necessidade de visão global, considerando também os demais subsistemas;
- b) necessidade da etapa de anteprojeto anterior à etapa de detalhamento;
- c) existência de uma fase de retroalimentação para melhoria contínua do processo;
- d) documentos de referência para a elaboração do projeto para produção (BTC, informações de consultores e fornecedores, projetos de outras disciplinas);
- e) presença do projetista para produção nas discussões desde as etapas iniciais do projeto do produto;
- f) importância da análise crítica dos projetos, inclusive dos projetos para produção.

Do método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais de Dueñas Peña (2003):

- a) estudo preliminar do projeto para produção paralelo à fase de anteprojeto da coordenação do processo de projeto;
- b) existência das fases de anteprojeto, detalhamento e implantação/acompanhamento do projeto para produção;

Da estrutura de projeto para produção de alvenaria de vedação proposta por Chalita (2010):

- a) enfoque na construtibilidade e aumento da eficiência produtiva;
- b) inserção do projeto para produção no ciclo de vida do empreendimento, sendo as primeiras ações já na concepção do produto;
- c) existência de análise crítica ao longo do desenvolvimento do projeto;

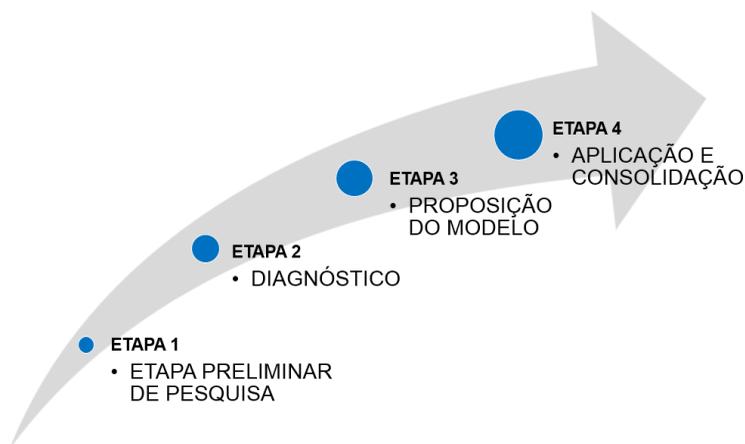
Da proposta de Manneschi (2011) para o escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada:

- a) necessidade de situar as atividades dos projetos para produção na estrutura de processo de projeto, indicando quando e sobre o que agir;
- b) o projetista deve levantar os requisitos de desempenho e as alternativas tecnológicas, analisar criticamente os procedimentos executivos e soluções de projetos das demais especialidades;
- c) preparação da equipe de obra para a execução do projeto;

### 3 MÉTODOS, FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Diante do caráter exploratório do trabalho, para o desenvolvimento da pesquisa optou-se pela investigação de caráter qualitativo em detrimento à obtenção de resultados quantitativos. Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida em uma sequência de quatro etapas, conforme a Figura 31. As etapas de desenvolvimento compreendem: etapa preliminar de pesquisa, diagnóstico, proposição do modelo, aplicação e consolidação.

Figura 31 – Etapas da pesquisa



Fonte: da autora (2015).

Os itens seguintes descrevem cada uma das etapas, bem como as atividades realizadas e as ferramentas utilizadas.

#### 3.1 ETAPA PRELIMINAR DE PESQUISA

A etapa preliminar de pesquisa consiste na revisão bibliográfica sobre o tema projetos para produção e conceitos relacionados, com o objetivo de definir os requisitos e as implicações para a elaboração e utilização de projetos para produção na empresa construtora.

A revisão bibliográfica iniciou com uma busca manual acerca do estado da arte da construção civil no Brasil, contemplando publicações sob a forma de artigos de revistas e informações de instituições do setor da construção civil, tais como a Câmara Brasileira da Indústria da

Construção (CBIC), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Em seguida foram pesquisados artigos de jornais, revistas e congressos, bem como dissertações e teses no portal Infohab, nos repositórios da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidade de São Paulo (USP) e no portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior).

Seguindo as diretrizes propostas por Santos (2012) e Busarello (2014) foram inseridos os termos projeto para produção e *design for production* na busca por assunto no portal de periódicos da CAPES. A estratégia de pesquisa neste portal consistiu na busca de trabalhos publicados nos últimos três anos, revisados pelos pares.

A busca com o termo projeto para produção no portal de periódicos da CAPES não encontrou resultados para o período dos últimos três anos. Expandiu-se então a busca considerando os últimos dez anos e, após refinamento dos resultados, encontrou-se três principais autores. O Quadro 4 apresenta os autores encontrados, bem como uma breve síntese dos trabalhos, sendo os dois primeiros bastante explorados ao longo da revisão bibliográfica.

Quadro 4 - Publicações encontradas na busca pelo termo projeto para produção

ITEM	TÍTULO	AUTOR E ANO
1	Projeto para produção de vedações verticais em alvenaria em uma ferramenta CAD-BIM.	Monteiro, 2011
Resumo:	O trabalho propõe uma metodologia de representação do projeto para produção de vedações verticais em alvenaria com ferramentas CAD-BIM, bem como uma linguagem computacional para descrever modulações de alvenaria e novas funcionalidades nos CAD-BIM para automatizar algumas atividades do referido projeto para produção.	
2	Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada.	Manneschi, 2011
Resumo:	O trabalho propõe escopos de projetos para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada, abordando as informações essenciais que estes projetos devem possuir e a fase de desenvolvimento de cada atividade. Também analisa criticamente as mudanças introduzidas nas práticas do planejamento do processo do projeto de cada empresa participante da pesquisa.	
3	Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção.	Chalita, 2010
Resumo:	O trabalho apresenta a estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento da eficiência na produção. A estrutura proposta é ilustrada através de seis exemplos reais de implantação dos projetos para produção de alvenaria.	

Fonte: da autora (2015).

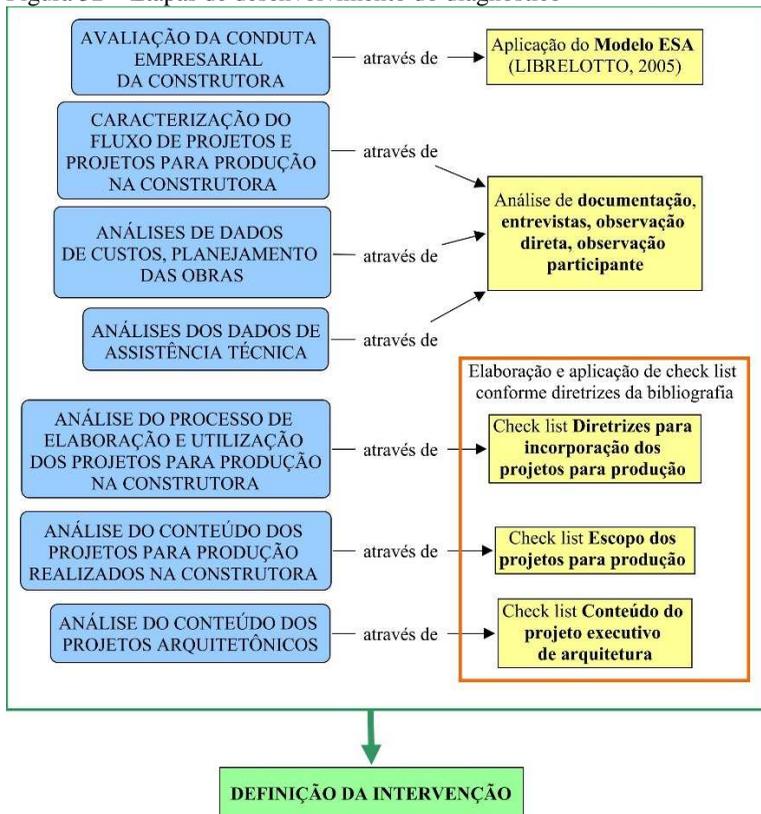
Na busca realizada no portal de periódicos da CAPES com o termo *design for production* não foram encontrados resultados de publicações relacionadas à utilização do projeto para produção no âmbito da construção civil nos últimos dez anos. Os artigos encontrados referiam-se à engenharia mecânica e de manufatura. Entretanto, um dos artigos chamou a atenção pela abordagem do termo, estabelecendo relações entre o projeto do produto e os problemas de produção. As definições de Wong, Wang e Strong (2004) permitem que se trace um paralelo entre a engenharia de manufatura e a construção civil, e são citadas ao longo da revisão bibliográfica.

### 3.2 DIAGNÓSTICO

A segunda etapa do método consiste no diagnóstico para definição da intervenção, cujo objetivo principal é a identificação do estágio de desenvolvimento dos projetos para produção na empresa construtora foco da aplicação da pesquisa. Esta avaliação é fundamental para elencar pontos de atenção como subsídios à proposição do modelo.

O diagnóstico compreende a realização de análises que culminam na definição da intervenção da pesquisa e na posterior apresentação do cenário atual da construtora em relação aos subsistemas escolhidos para aplicação do modelo proposto. As etapas de desenvolvimento do diagnóstico podem ser visualizadas no esquema da Figura 32.

Figura 32 – Etapas de desenvolvimento do diagnóstico

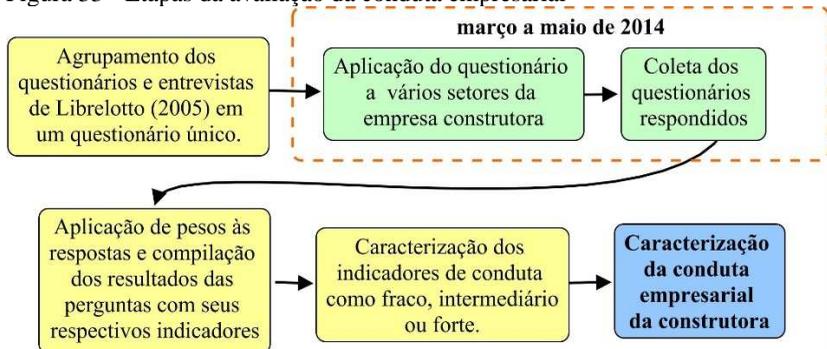


Fonte: da autora (2015).

A avaliação da conduta empresarial da construtora foi realizada através da adaptação do Modelo ESA proposto por Librelotto (2005), que prevê a aplicação de questionários, a realização de entrevistas e a busca por evidências em campo. A aplicação do Modelo ESA com objetivo de avaliação da conduta empresarial da construtora está documentada na íntegra no trabalho de Lima et. al. (2014) e consistiu apenas na análise da conduta empresarial, não do seu desempenho, uma vez que a estrutura de mercado não foi avaliada.

A adaptação do Modelo ESA para a avaliação da conduta empresarial da construtora envolveu a realização das atividades, apresentadas na Figura 33.

Figura 33 - Etapas da avaliação da conduta empresarial



Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).

Inicialmente os questionários e entrevistas propostos por Librelotto (2005) foram compilados em um único questionário, através do agrupamento das perguntas conforme as funções do negócio (desenvolvimento de produtos/processos, produção e manutenção, compras, recursos humanos, administração geral, financeiro, *marketing* e vendas, distribuição). O questionário apresentou quatro opções de resposta: não tenho conhecimento específico para responder este item, concordo, concordo parcialmente e discordo, e cada uma das respostas foi caracterizada como nula (NL), forte (FO), intermediária (IT) e fraca (FA) de acordo com o objetivo da pergunta.

Entre os meses de março e maio de 2014 o questionário foi aplicado a vários setores da empresa construtora, através da figura de seus líderes. Após o preenchimento dos questionários, estes foram recolhidos e as respostas receberam pesos conforme a relação que o setor possui com cada pergunta. Em seguida as respostas foram

compiladas em quadros que relacionam os indicadores com as perguntas, permitindo então que se identificasse qual o resultado de cada indicador e qual o resultado final da conduta empresarial, considerando para os dois casos as três opções de enquadramento: fraco, intermediário ou forte.

A avaliação dos indicadores propostos por Librelotto (2005) e utilizados por Lima et. al. (2014) para a caracterização da conduta da empresa construtora estão apresentados no ANEXO A deste trabalho.

A presente pesquisa focou nos resultados obtidos no indicador de Desenvolvimento de Produtos/Processos (DP) e no indicador de Produção e Manutenção (PM) devido à intrínseca relação dos itens avaliados com o tema da pesquisa.

Em paralelo à realização do diagnóstico da conduta empresarial, fez-se a caracterização do fluxo de projetos e projetos para produção na empresa construtora, a fim de entender como ocorre o desenvolvimento e a utilização dos projetos para produção. Analisou-se também dados de custos, planejamento e assistência técnica.

As informações contidas neste diagnóstico originam-se da análise das fontes de evidência do estudo de caso representado pela aplicação na construtora, conforme sugerido por Yin (2001). Para o autor, o estudo de caso consiste em uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, principalmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão definidos de forma clara. Segundo Yin (2001) o estudo de caso referente a esta pesquisa caracteriza-se como descritivo.

As fontes de evidência do estudo de caso analisadas ao longo deste diagnóstico consistiram em documentações vigentes na empresa, entrevistas, observações direta e observações participantes. Estas últimas sendo possíveis devido ao enquadramento da autora como colaboradora da empresa.

Entre as documentações analisadas na caracterização dos fluxos de projeto e projeto para produção na empresa construtora podem ser citados: fluxogramas dos setores de Projetos e Incorporação (com indicação das etapas e seus responsáveis), *check lists* de análise crítica de projetos, projetos que a construtora considera como sendo para produção e modelos de relatórios técnicos do setor de Projetos.

Na análise de dados de custo, planejamento e assistência técnica foram utilizados os seguintes documentos:

- a) relatórios internos de desvio de custo das obras, obtidos junto ao setor de controladoria da construtora;

- b) relatórios internos de apontamentos de planejamento das obras, com indicações das principais causas de atrasos no cronograma;
- c) relatórios de assistência técnica, emitidos pelo sistema *web* de gestão de documentos utilizado na construtora, que apontam as principais causas de falhas e suas origens.

As entrevistas realizadas ao longo do diagnóstico são do tipo focal que, conforme Merton et. al. apud Yin (2001) são situações em que o respondente é entrevistado num curto período de tempo e as entrevistas são espontâneas, assumindo mais um caráter de conversa informal. Dessa forma, o pesquisador pode tanto indagar o respondente quanto pedir sua opinião e sua interpretação sobre determinados fatos. Embora ainda espontâneas, as entrevistas foram conduzidas por um conjunto de perguntas, formuladas com base nos requisitos e implicações para elaboração e utilização de projetos para produção, levantados ao longo da revisão bibliográfica.

Tal como Fabrício (2002) nesta pesquisa optou-se pela realização de entrevistas semi estruturadas devido à orientação desta modalidade de pesquisa para o desenvolvimento de investigações qualitativas. Dessa forma, nos meses de janeiro e fevereiro de 2014 foram realizadas entrevistas com o responsável pela coordenação de projetos, o responsável pelo setor de Incorporações da construtora, o responsável pelo setor de Orçamentos e alguns líderes de obra. Em junho de 2014, foi realizada entrevista com o responsável pelos chamados de Assistência Técnica. Ao todo foram entrevistadas oito pessoas, sendo cinco atuantes diretamente na produção.

As entrevistas foram divididas em seis grupos, conforme os setores envolvidos no processo de projeto, e o roteiro de perguntas pode ser visto no APÊNDICE A.

A análise das documentações e a realização das entrevistas foram complementadas através de observações diretas e participantes. Estas observações consistiram no acompanhamento diário da rotina da construtora em relação à elaboração dos projetos para produção. Como colaboradora da empresa, a autora acompanhou de perto os aspectos analisados no diagnóstico. A observação da rotina da construtora contribuiu para uma análise mais crítica das documentações e das entrevistas realizadas.

A análise das evidências apresentadas permitiu a elaboração de gráficos comparativos, fluxogramas e a descrição de atributos relacionados aos projetos e projetos para produção na construtora.

Após a caracterização do processo de projetos existente na construtora e do fluxo de projetos para produção, indicando também a

relação entre eles, iniciou-se a análise crítica do processo de elaboração e utilização destes projetos na construtora, bem como de seu escopo.

Para analisar o processo de elaboração dos projetos para produção e o escopo destes projetos na construtora, foram desenvolvidos dois *check lists* de avaliação, com as informações levantadas na etapa anterior de revisão bibliográfica.

O primeiro *check list* chama-se **Diretrizes para incorporação dos projetos para produção** e tem como objetivo analisar o processo de elaboração e utilização dos projetos para produção na construtora, tendo como referência os requisitos e implicações para elaboração e utilização dos projetos para produção elencados pela bibliografia.

Este *check list* (apresentado no APÊNDICE B) é preenchido a partir de quatro opções de resposta para a seguinte pergunta: “as diretrizes para incorporação dos projetos para produção ocorrem na construtora analisada?”. O preenchimento do quadro ao lado de cada item refere-se à resposta: verde para ocorre, vermelho para não ocorre, amarelo para ocorre parcialmente e cinza para itens não aplicáveis à realidade da construtora. O *check list* é preenchido com base na rotina da construtora e ao final do preenchimento são analisadas as proporções de não conformidade do processo em relação aos requisitos da bibliografia.

O segundo *check list* chama-se **Escopo dos projetos para produção** e tem como objetivo analisar o conteúdo dos projetos que a empresa considera como projetos para produção, através da relação de cada tipo de projeto com os requisitos indicados pela bibliografia. Os itens de verificação deste *check list* são apresentados no APÊNDICE C.

A análise tem como objetivo verificar se os projetos que a construtora considera como projetos para produção são efetivamente para produção ou são apenas melhoramentos dos projetos executivos.

Esta verificação da atuação dos projetos para produção como agentes de integração entre o produto e o processo, e não como melhoramento dos projetos executivos, foi obtida após a análise do preenchimento deste segundo *check list* em vinte e dois tipos de projetos para produção elaborados pela construtora. A pergunta de avaliação consiste em: “o projeto analisado apresenta a informação em seu escopo?”, sendo “a informação” representada por cada um dos requisitos. As possibilidades de resposta foram análogas ao *check list* do processo de projeto: verde significa que o projeto possui a informação em seu escopo (conforme), amarelo significa que possui parcialmente (parcialmente conforme), vermelho implica em não possuir a informação (não conforme) e para os casos em que a informação não se

aplica ao projeto em questão a célula foi preenchida na cor cinza. Ao final do preenchimento do *check list* foram analisadas as proporções de não conformidade dos projetos para produção em relação aos requisitos da bibliografia através da elaboração de um gráfico comparativo.

Para complementar o diagnóstico do processo de projeto para produção e do conteúdo destes projetos, foi realizada uma última análise referente ao conteúdo dos projetos executivos de arquitetura utilizados na construtora. O objetivo desta análise é verificar se as informações apresentadas neste projeto estão adequadas aos requisitos indicados pela bibliografia como produtos finais do projeto executivo de arquitetura.

Para a realização desta análise aplicou-se o *check list* **Conteúdo do projeto executivo de arquitetura**, apresentado no APÊNDICE D, que consiste no agrupamento dos itens elencados pela AsBEA (2000) como produtos finais da etapa do projeto arquitetônico executivo. O *check list* foi aplicado aos projetos arquitetônicos de dois empreendimentos com obras em andamento na construtora.

A pergunta de avaliação consiste em: “as informações do projeto arquitetônico atendem aos requisitos elencados pela bibliografia?”. As possibilidades de resposta são análogas ao *check list* de avaliação do escopo dos projetos para produção: verde para atende, amarelo para atende parcialmente, vermelho para não atende e cinza para os casos em que o requisito não se aplica à realidade da construtora. Ao final do preenchimento do *check list* foram analisadas as proporções de não conformidade dos projetos em relação aos requisitos da bibliografia através da elaboração de um gráfico comparativo.

Após a realização das análises do diagnóstico e a discussão dos seus resultados, definiu-se a intervenção da pesquisa, ou seja, a forma de aplicação do modelo proposto.

Apesar de possuir medições de desvios de custos, apontamentos de execução de obra e registros dos chamados de assistência técnica, a construtora não possui indicadores consolidados que permitam identificar com assertividade quais as etapas mais críticas ao longo dos processos executivos realizados nas obras. Dessa forma, a intervenção foi definida com base nos resultados obtidos nas análises do diagnóstico.

A definição da intervenção

da pesquisa envolve o processo de projetos da construtora, através da sistematização do processo de projeto para produção e intervenção para melhoria. Esta sistematização resulta em um modelo de processo de projetos para produção que é aplicado em duas etapas executivas da obra.

Como primeiro caso de aplicação escolheu-se a elaboração do projeto para produção da sequência de execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto. Esta escolha tomou como premissa alguns critérios, entre eles:

- a) percentual de utilização deste processo construtivo nas obras da construtora no ano de 2014;
- b) nível de interferência com os demais subsistemas do edifício, principalmente as lajes;
- c) possibilidade de implantação de ações organizacionais;

A necessidade de um sequenciamento na execução da alvenaria estrutural como forma de racionalizar o processo foi impulsionada principalmente pela alteração do processo construtivo das lajes. Na obra onde ocorre a aplicação da sequência de alvenaria as lajes deixam de ser moldadas *in loco* para serem pré-fabricadas fora do canteiro de obras, o que traz mais agilidade ao processo. Dessa forma, é necessário que sejam previstas medidas de racionalização construtiva à alvenaria a fim de que não se torne o gargalo de produção ao ciclo do pavimento.

O segundo caso da intervenção da pesquisa consiste na elaboração e utilização de um projeto para produção de colocação de peitoris de janelas. Este segundo caso foi elencado devido ao entendimento que se tem da necessidade de uma intervenção que apresente, além da aplicação das etapas do modelo referentes à elaboração do projeto para produção, também as etapas referentes a sua utilização em obra e ao acompanhamento com fins de retroalimentação. É válido dizer que esta aplicação em obra não foi possível no caso 1 devido às incertezas inerentes aos cronogramas de obra, influenciados por diversos fatores estratégicos, financeiros e operacionais.

A última parte do diagnóstico desta pesquisa consiste em uma breve apresentação do panorama atual da construtora em relação às etapas executivas elencadas para aplicação do modelo. Dessa forma, apresenta-se os aspectos gerais de projeto e execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto e da colocação de peitoril em janelas. O objetivo deste panorama é apresentar o contexto em que as aplicações são realizadas, permitindo que se proponha melhorias através do projeto para produção.

### 3.3 PROPOSIÇÃO DO MODELO

A terceira etapa do método, denominada **proposição do modelo**, apresenta o modelo do processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto e sua intervenção para melhoria.

Consiste na medida corretiva para os problemas identificados no diagnóstico, mostrando de que forma o processo deveria ser feito para atingir os resultados esperados.

Nesta etapa utiliza-se o método da Pesquisa-ação proposto por Thiollent (1988). Segundo o autor, a pesquisa-ação está intrinsecamente associada a uma ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema que se está observando. Num contexto organizacional, a ação geralmente objetiva a resolução de problemas de ordem mais técnica, como por exemplo, a introdução de uma nova tecnologia. Thiollent (1988) também afirma que a pesquisa-ação exige uma estrutura de relação participativa entre o pesquisador e as pessoas envolvidas no problema investigado. Esta exigência é satisfeita pela atuação da autora como funcionária da construtora, sendo as visitas à obra e o contato com as equipes de execução situações frequentes em sua rotina de trabalho.

Uma outra metodologia na qual esta etapa da pesquisa poderia se enquadrar consiste na *Design Science*. Segundo Lima et. al. (2014b) as semelhanças entre esta metodologia e a Pesquisa-ação derivam da perspectiva prática de ambas, que se voltam à mudança de uma realidade específica, da qual se deseja evoluir para um patamar desejado. Contudo, os autores elencam algumas diferenças entre as metodologias. A principal delas consiste no fluxo de intervenção e descobertas: enquanto que na Pesquisa-ação o fluxo ocorre de um modo cíclico (imersão, diagnóstico, proposição, mudança), na *Design Science* o fluxo ocorre de modo generativo, iterativo (construção, aplicação, aprendizagem, mudança). Além disso, na Pesquisa-ação o papel do pesquisador é mais colaborativo, enquanto que na *Design Science* ele exerce papel dominante durante o processo. Dessa forma, optou-se pela designação tradicional da Pesquisa-ação.

O modelo foi desenvolvido com base nas informações elencadas na revisão bibliográfica, nos resultados obtidos ao longo da realização do diagnóstico e na experiência profissional da autora.

A formulação do modelo utilizou as duas ferramentas apontadas por Tzortzopoulos et. al. (1998) que são o fluxograma e a tabela de insumo, processo e produto, bem como as diretrizes apontadas ao longo de seu trabalho em relação às etapas e atividades do modelo.

A proposição do modelo consistiu em:

- a) um fluxo com as etapas e o sequenciamento das atividades;
- b) tabelas que relacionam os dados de entrada, as atividades realizadas e os produtos gerados em cada etapa do processo;

- c) diretrizes sobre a inserção dos projetos para produção no processo de projetos da construtora (indicando o momento de elaboração, o local e os responsáveis);
- d) sugestões de documentos de registro e controle das atividades ao longo das etapas propostas.

Após a aplicação da proposta ao caso 1 da intervenção (sequência de alvenaria) notou-se algumas possibilidades de melhoria que foram inseridas no modelo. Este modelo, já com as intervenções de melhoria, foi então utilizado para a aplicação ao caso 2: colocação de peitoril de janelas.

### 3.4 APLICAÇÃO E CONSOLIDAÇÃO

A quarta e última etapa do método desta pesquisa consiste na aplicação e consolidação da proposta de modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto. Esta etapa apresenta detalhadamente a elaboração dos projetos para produção de sequência de alvenaria estrutural e colocação de peitoril de janelas, bem como a implantação e o acompanhamento da utilização deste último em obra.

A etapa de aplicação do modelo também utiliza o método da Pesquisa-Ação proposto por Thiollent (1988).

A elaboração dos projetos para produção foi realizada de forma manual e com auxílio da ferramenta gráfica AutoCAD 2014®.

É importante salientar que as etapas de elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria estrutural utilizam algumas diretrizes para o projeto de sequência de alvenaria retiradas do Manual do processo construtivo Poli-Encol: execução (FRANCO et. al., 1991), que discute algumas premissas da alvenaria estrutural, bem como sugestões de Chalita (2010) e de Silva (2012).

A elaboração do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas tomou como base algumas diretrizes de Maciel e Melhado (1999) e Baía e Sabbatini (2008).

A aplicação do modelo ao segundo caso de intervenção permite o teste de todas as etapas da rotina proposta, promovendo a retroalimentação do processo a partir de novas oportunidades de melhoria identificadas. O método intrínseco a esta etapa é o Ciclo de Deming ou PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) que consiste na base para a melhoria contínua. Segundo Andrade (2003) o PDCA, quando utilizado na gestão de processos em empresas de construção civil, prevê o gerenciamento da rotina. Este método visa diminuir não conformidades

oriundas da variação nos processos e eventualmente eliminá-las, com o objetivo de melhorar o processo produtivo. A metodologia do PDCA também é recomendada pela NBR ISO 9004: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização - Uma abordagem de gestão da qualidade (ABNT, 2010) como abordagem estruturada para a melhoria dos processos.

A retroalimentação do processo permite também que se chegue à definição de como proceder em relação aos demais casos de projetos para produção que serão aplicados posteriormente, ou seja, é a consolidação do processo de projeto para produção que deve ser utilizado.

Os últimos resultados da aplicação do modelo apresentam ainda uma síntese das oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico. Esta síntese foi estruturada com base nos resultados do diagnóstico do conteúdo do projeto executivo de arquitetura e ao longo da aplicação das etapas do modelo proposto à elaboração dos projetos para produção elencados na definição da intervenção. A análise do projeto arquitetônico extrapolou os tópicos específicos relacionados à alvenaria e às esquadrias por entender que o projeto arquitetônico ainda é um item que apresenta inúmeras oportunidades de melhoria dentro do processo de projetos.



## 4 DIAGNÓSTICO

Este capítulo apresenta um conjunto de análises de dados e informações que permitem a definição da intervenção da pesquisa.

A primeira parte do capítulo apresenta a avaliação da conduta empresarial da construtora, através da aplicação do Modelo ESA (LIBRELOTTO, 2005). Em seguida, faz-se a caracterização do fluxo de projetos e projetos para produção vigentes na construtora à época da aplicação da pesquisa. São realizadas também análises de dados relacionados aos custos e ao planejamento das obras, seguidas da análise de informações oriundas da Assistência Técnica da construtora.

Na sequência, faz-se uma análise do fluxo de projetos para produção da empresa em relação aos requisitos e diretrizes da bibliografia para a correta incorporação em construtoras. Analisa-se também a conformidade dos projetos que a construtora considera como sendo projetos para produção em relação aos requisitos que autores da bibliografia apontam para este tipo de projeto. Para complementar as análises, avalia-se o conteúdo dos projetos arquitetônicos executivos praticados na construtora.

Para finalizar o capítulo, apresenta-se a definição da intervenção da pesquisa e um breve panorama da situação atual dos pontos elencados para a intervenção.

### 4.1 AVALIAÇÃO DA CONDUTA EMPRESARIAL DA CONSTRUTORA

A presente pesquisa foi realizada em parceria com uma construtora do norte do estado de Santa Catarina que atua na região há cerca de nove anos e em 2013 entrou para o *ranking* das 250 pequenas e médias empresas que mais crescem no Brasil.

A construtora possui um Sistema de Gestão da Qualidade e já alcançou as certificações ISO 9001 e PBQP-H nível A. Além destas, um de seus empreendimentos também recebeu a certificação Selo Casa Azul Nível Ouro da Caixa Econômica Federal.

Os empreendimentos construídos pela empresa são do tipo residencial multifamiliar com foco no atendimento à classe média. Em relação aos processos construtivos, são utilizados dois tipos: estrutura convencional de concreto armado, com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, e alvenaria estrutural em blocos de concreto.

Em março de 2015, considerando os empreendimentos já entregues e as obras em andamento, o total de empreendimentos da

construtora chegava a vinte e três, totalizando quase três mil apartamentos e cerca de 307.400m<sup>2</sup> de área construída.

A avaliação da conduta empresarial da construtora foi realizada através da adaptação do Modelo ESA proposto por Librelotto (2005). A aplicação completa do Modelo ESA na avaliação da conduta da construtora está documentada no trabalho de Lima et. al (2014a).

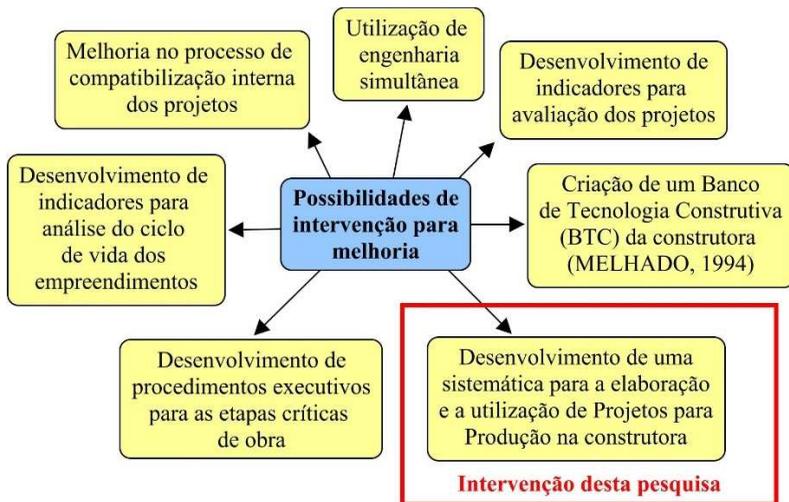
Após a coleta de dados e informações, bem como seu processamento, Lima et. al. (2014a) obtiveram a avaliação da conduta empresarial da construtora caracterizada como forte. A avaliação dos indicadores propostos por Librelotto (2005) e utilizados por Lima et. al. (2014a) para a caracterização da conduta da empresa construtora estão apresentados no ANEXO A deste trabalho.

Entre os fatos evidenciados pelas autoras que ratificam o resultado do diagnóstico está a avaliação do indicador Desenvolvimento de Produtos/Processos (DP) que foi caracterizado como forte. Este indicador pode ser considerado o mais importante nesta pesquisa, pois engloba itens como o desenvolvimento e a introdução de tecnologias, a padronização e a racionalização de produtos, a coordenação de projetos e o desenvolvimento de projetos para produção.

Segundo Lima et. al. (2014a) a criação em 2012 do Departamento de Engenharia e em seguida do setor de Pesquisa e Desenvolvimento na construtora, permitiu a centralização e a análise das informações que antes seguiam fluxo direto para as obras. Este departamento define diretrizes que devem ser seguidas tanto pelos projetistas quanto pelas equipes de obra, o que permite a retroalimentação do aprendizado dos empreendimentos nos lançamentos seguintes. Além disso, nesta mesma época iniciou-se na construtora uma cultura de padronização e de projetos voltados à produção.

Embora o indicador DP tenha sido caracterizado como forte, ainda há muito o que ser feito na construtora, como por exemplo a criação de novos procedimentos executivos, a criação de um Banco de Tecnologia Construtiva (BTC), a criação de formas de medição dos projetos (indicadores), a realização de análises de ciclos de vida, compatibilização, entre outras ações (LIMA et. al., 2014a). Pode-se ainda somar a estas ações a utilização da engenharia simultânea, ainda em processo inicial na construtora, e o desenvolvimento de uma sistemática para a implantação de projetos para produção. A Figura 34 ilustra estes pontos de melhoria e indica o foco da intervenção desta pesquisa.

Figura 34 - Possibilidades de intervenção para melhoria



Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).

Outro indicador relevante ao diagnóstico desta pesquisa, e calculado na avaliação da conduta empresarial, é o indicador Produção e Manutenção (PM). Segundo Lima et. al. (2014a) o resultado intermediário deste indicador demonstra que ainda há muito o que se fazer para diminuir a prática de tomada de decisão no canteiro de obras. Estas decisões, que envolvem principalmente erros de projetos e falta de compatibilização, desviam a responsabilidade da equipe de obras. Dessa forma é possível entender como itens de organização e limpeza, manutenção e equipamentos não obtiveram uma boa avaliação. Por outro lado, itens como planejamento da produção e controles operacionais foram identificados como fortes.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE PROJETOS E PROJETOS PARA PRODUÇÃO NA EMPRESA CONSTRUTORA

No final de 2011 a coordenação de projetos da construtora, antes vinculada à figura do projetista de arquitetura externo, foi substituída pela figura do coordenador de projetos interno à construtora, responsável pelo planejamento dos processos de projeto e das soluções a serem adotadas nos subsistemas do empreendimento.

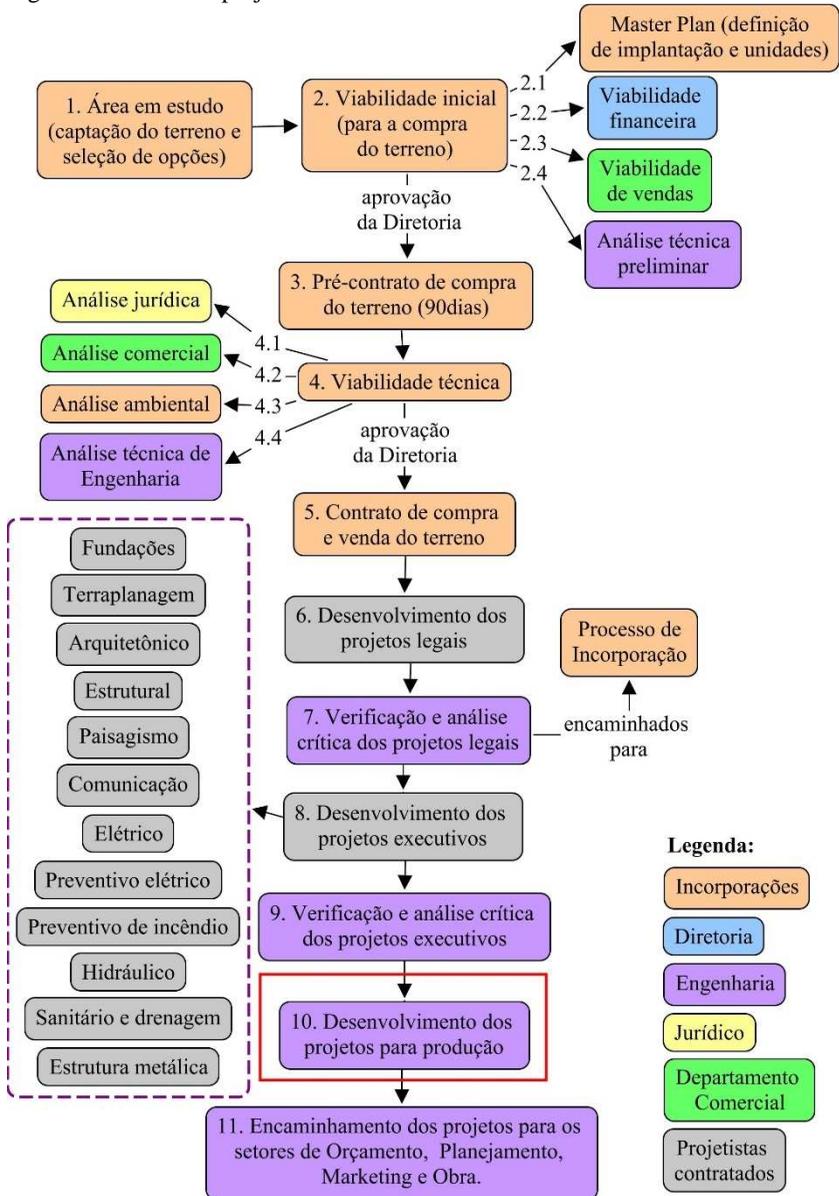
No processo de projetos da construtora, a visão da engenharia simultânea começou a se tornar significativa no final de 2014, quando a ideia de implantação do BIM começou a tomar forma. Como esta visão é bastante recente na empresa, a maioria dos projetos ainda são elaborados considerando a visão tradicional em que as etapas são estanques e sequenciais.

O processo de projetos da empresa está estruturado conforme as etapas sequenciais apresentadas esquematicamente na Figura 35. Conforme ilustrado, o processo de projetos possui uma etapa específica relacionada ao desenvolvimento dos projetos para produção, que deve acontecer após a verificação e análise crítica dos projetos executivos e antes de todos os projetos serem encaminhados aos setores de Orçamento, Planejamento, *Marketing* e Produção (obra).

Não é objetivo deste trabalho descrever exaustivamente todas as etapas do processo de projetos da empresa, tampouco criticá-lo ou propor modificações em sua estrutura macro. A apresentação das etapas tem como intuito indicar em que momento ocorre a elaboração dos projetos para produção e a partir daí desenvolver a proposta de intervenção.

O processo de projetos apresentado é do tipo tradicional. Segundo Fabrício (2002) neste tipo de processo prevalece uma visão cartesiana de que o todo é a soma de partes independentes e procura-se otimizar o todo a partir da otimização das partes separadamente.

Figura 35 - Fluxo de projetos na construtora



Fonte: cedido pela construtora (2014).

A ideia de se elaborar projetos para produção foi introduzida na construtora no final do ano de 2011, quando a empresa iniciou estudos na área de inovação tecnológica e organizou um setor de Pesquisa e Desenvolvimento (PeD). Este setor, alguns meses depois, integrou o Departamento de Engenharia da construtora, juntamente aos setores de Projetos, Orçamentos e Planejamento. O objetivo de PeD é o foco na racionalização construtiva, em medidas de industrialização e em melhorias na construtibilidade dos edifícios.

Os primeiros conceitos de projeto para produção estavam relacionados à alvenaria de vedação em blocos cerâmicos e ao início de uma proposta para desenvolvimento interno de projetos de vedações verticais (planta de fiadas, elevações, compatibilizações com demais subsistemas da obra).

No ano de 2013 a ideia da elaboração de projetos para produção na construtora expandiu o conceito para outros subsistemas da edificação, como o de coberturas e fachadas, e se tornou uma atividade inerente à Engenharia.

Os projetos que a construtora classifica atualmente como projetos para produção são os projetos produzidos dentro da Engenharia, sendo eles: locação de obra, calçada, muro, canteiro de obras (*layout*, hidráulico e sanitário), cobertura em estrutura de madeira e telhas de fibrocimento, locação de balancim para reboco de fachada, posicionamento de sarrafos para passagem da tubulação de gás na laje, revestimento de fachada (textura), paginação de piso e azulejo, vedação vertical (para estrutura de concreto armado), locação de escantilhões, detalhes hidráulicos e sanitários, detalhe de box de banheiro com contrapiso elevado, formas de madeira (paginação das chapas), acessórios metálicos para alvenaria (escantilhão, esquadro, cavalete, chapas metálicas), forro de gesso, locação de pontos para condicionador de ar tipo *Split*, fiada de embasamento, furação de viga para passagem de tubulação (para obras em estrutura convencional), laje de cobertura estanque e contrapiso.

Até o final de 2014, a elaboração dos projetos para produção era realizada apenas internamente, pelo setor de Projetos ou PeD da construtora e partia dos projetos executivos dos subsistemas de cada obra. A partir do início de 2015, alguns projetos como o de paginação cerâmica de piso e azulejo e o projeto de forro de gesso foram contratados de projetistas terceiros.

No momento da elaboração dos projetos que a construtora considerava como projetos para produção, a etapa de compatibilização já havia passado, uma vez que estes projetos eram realizados após o

detalhamento dos projetos executivos. Em alguns empreendimentos lançados em 2014, a elaboração de certos projetos para produção foi concomitante à elaboração dos projetos dos demais subsistemas da edificação, o que contribuiu para o fortalecimento do início de uma engenharia simultânea. Contudo, não se pode afirmar que para todas as obras esta simultaneidade ocorre, dependendo muito do prazo para início do empreendimento e do andamento dos projetos.

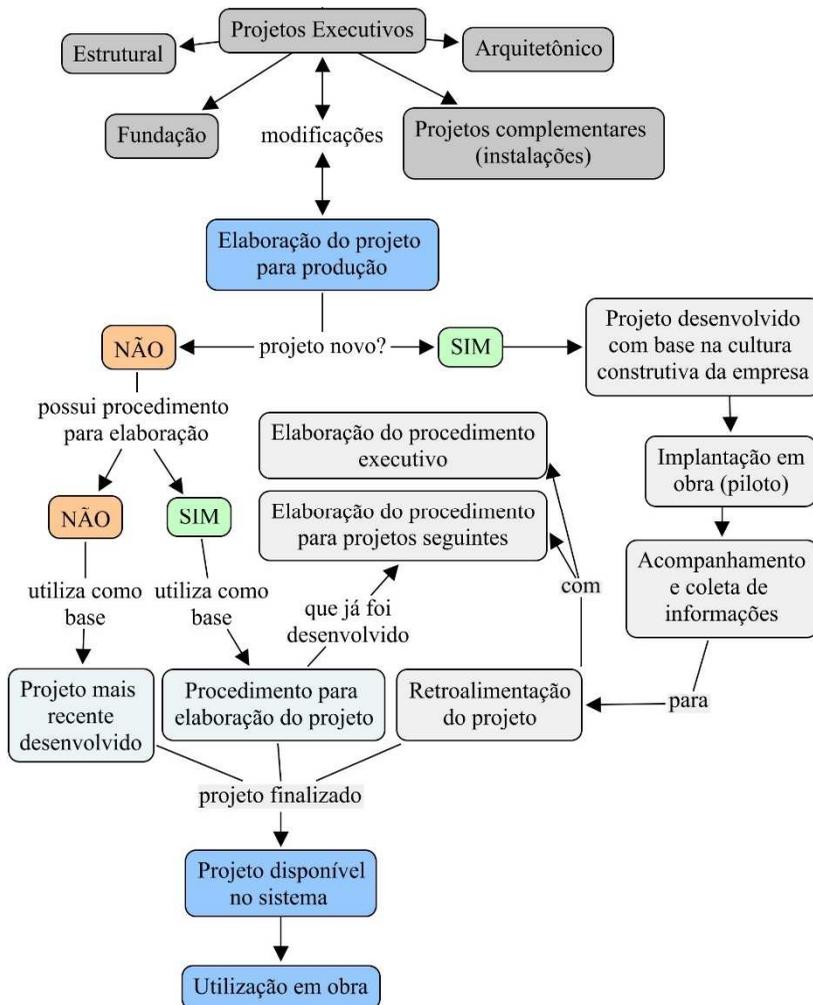
Quando o projeto para produção a ser elaborado já consta na lista da Engenharia sua elaboração pode acontecer de duas formas: quando não há um procedimento para elaboração do projeto para produção e quando existe esse procedimento, oriundo de um projeto já elaborado e utilizado. No primeiro caso, o projeto é desenvolvido com base no projeto similar da obra mais recente, de onde o projetista (da equipe de Projetos ou PeD) retira as diretrizes gerais. Também é comum que o projetista dirija-se à pessoa que desenvolveu este projeto mais recente, a fim de tirar dúvidas e validar o desenvolvimento. No segundo caso, quando existe o procedimento, este documento orientará a elaboração do projeto, indicando quais os pontos de análise e como proceder o desenvolvimento. Este último caso acontece em apenas 18% dos projetos que a construtora considera para produção, o que demonstra uma falha no registro das informações relacionadas à elaboração dos projetos.

Após desenvolvido o projeto, o mesmo é implantado na obra pela primeira vez e o acompanhamento desta implantação, geralmente realizado por um membro de PeD, deve gerar informações para retroalimentação e melhoria do projeto. Nesta etapa também devem ser elaborados o procedimento executivo do subsistema considerado, para orientação e treinamento da equipe de obra, e o procedimento para elaboração do projeto, consolidando as diretrizes.

A disponibilização do projeto à obra é realizada através de um sistema de projetos *web* adotado pela construtora.

Embora haja uma tentativa de se conceber os projetos para produção dentro de uma metodologia, poucos são os casos em que as etapas descritas anteriormente são seguidas. Isso ocorre pois não há na construtora um processo formalizado para este fim e a urgência das obras em utilizar o projeto para produção acaba gerando a necessidade de pular algumas etapas. De uma forma geral, o que existe é um acordo verbal entre os setores de Projetos e PeD, que procuram agir dentro de uma determinada sequência de etapas, descrita na Figura 36.

Figura 36 – Esquema da elaboração de projetos para produção na construtora



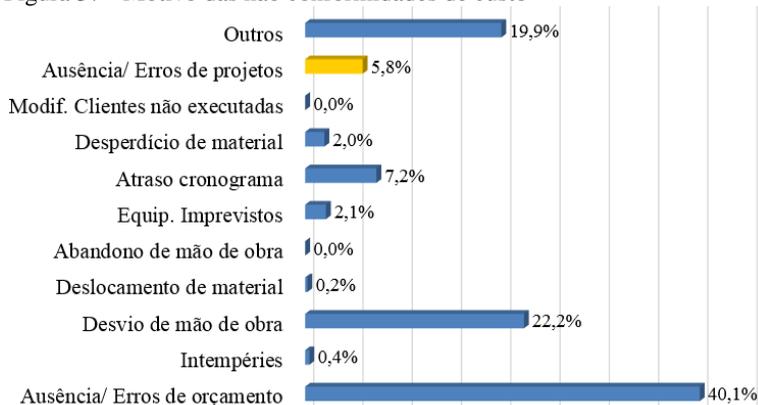
Fonte: da autora (2014).

#### 4.3 ANÁLISE DE DADOS DE CUSTO E PLANEJAMENTO DAS OBRAS

Uma das documentações analisadas no diagnóstico desta pesquisa refere-se aos desvios de custo das obras em andamento no primeiro

semestre de 2014, totalizando 8 obras e cerca de 130.900m<sup>2</sup>, distribuídos entre áreas já construídas e em construção. Os dados analisados permitiram concluir que 5,8% do total dos desvios de custo das obras estavam relacionados aos projetos. A Figura 37 mostra todos os motivos das não conformidades que resultaram em desvio de custo nas obras e seu percentual no desvio de custo total do primeiro semestre de 2014.

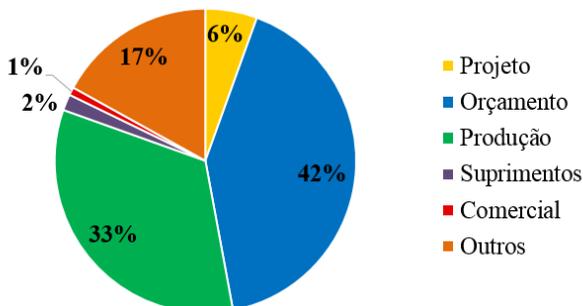
Figura 37 - Motivo das não conformidades de custo



Fonte: cedido pela construtora (2014).

A Figura 38 indica a porcentagem dos desvios de custo das obras agrupados entre setores: Projetos, Orçamento, Produção, Suprimentos, Comercial e outros. A parcela relacionada ao setor de Projetos corresponde a cerca de 6% do total dos desvios de custo.

Figura 38 – Desvio de custos por setor no ano de 2014

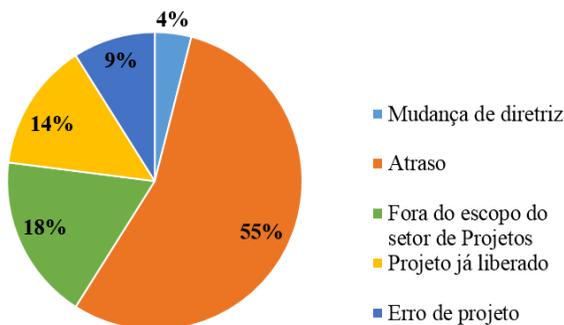


Fonte: cedido pela construtora (2014).

Uma informação importante que deve ser evidenciada é a relação entre a taxa de desvios de orçamento e a de projetos. É possível que a taxa relacionada aos projetos seja maior do que 6%, visto que uma parcela dos erros de orçamento está relacionada aos erros de projetos, seja pela falta de informação ou pela apresentação de dados falhos. Contudo, os dados disponíveis não permitiram a identificação da parcela exata de desvio de orçamento que se justifica pela falha nos projetos. O que se pode concluir, portanto, é que o índice de 6% referente aos projetos pode ser ainda maior.

Outra documentação analisada foi um relatório interno da construtora que compila as informações do primeiro trimestre de 2014 referente aos apontamentos de planejamento das obras. Conforme dados deste relatório, 42% dos atrasos de obra foram vinculados pelos líderes de obra aos projetos. O gráfico da Figura 39 mostra uma proporção das principais causas dos problemas, sendo o atraso dos projetos (55%) a mais impactante.

Figura 39 - Causa dos problemas de obra relacionados aos projetos

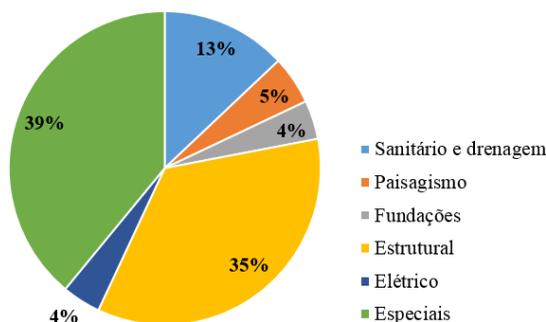


Fonte: cedido pela construtora (2014).

Ainda considerando os projetos e dividindo a incidência dos problemas por disciplina, obteve-se que a maior parcela (39%) relaciona-se aos projetos chamados pela construtora de “especiais”, constituídos pelos projetos para produção, projetos de segurança do trabalho (guarda corpo, linha de vida) e projetos condicionados à execução. Estes últimos compreendem os projetos sob responsabilidade dos fornecedores do serviço, como por exemplo a execução de uma cobertura metálica. Segundo dados da construtora, 65% do total de projetos especiais são os projetos que a construtora considera como projetos para produção. Fica evidente então a necessidade de

reformulação do processo de elaboração do projeto para produção, a fim de que sejam disponibilizados à obra documentos mais completos, de melhor qualidade e no momento adequado. A Figura 40 apresenta a incidência dos problemas por disciplina.

Figura 40 - Incidência dos problemas por disciplina



Fonte: cedido pela construtora (2014).

#### 4.4 ANÁLISE DOS DADOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Em entrevista com o responsável pela Assistência Técnica da construtora, ficou evidente a dificuldade que existe em relacionar, quantitativamente, os índices de chamados de assistência técnica com as falhas nos projetos, especialmente nos projetos para produção. Segundo o entrevistado, muitas vezes a causa raiz do problema é a falta de informações no projeto, ou até mesmo sua má interpretação pelos executores, o que resulta em um produto final que pode apresentar falhas de desempenho. Entretanto, os chamados de assistência técnica geralmente são registrados conforme a manifestação patológica e não conforme as causas desta patologia. Por exemplo: se um chamado é aberto para registrar um problema de infiltração na cobertura (telhado) esta manifestação não indica “infiltração na cobertura devido à carência de informações e detalhes em projeto”. Uma vez que esta relação não é documentada, perde-se a memória que poderia retroalimentar uma necessidade de elaboração de projetos para produção na construtora.

#### 4.5 ANÁLISE DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO NA CONSTRUTORA

Conforme já comentado, não existe na construtora um processo formalizado para nortear as etapas de desenvolvimento e utilização do projeto para produção. Para analisar de forma crítica o processo informal existente, descrito no item 4.2, aplicou-se o *check list* Diretrizes para Incorporação dos Projetos para Produção, desenvolvido com base nos requisitos e implicações levantados ao longo da revisão bibliográfica. Os requisitos analisados estão apresentados no APÊNDICE B. O método de utilização deste *check list* encontra-se no capítulo referente ao Método desta pesquisa (capítulo 3) e os resultados da avaliação estão apresentados no Quadro 5. As cores indicadas nos campos de preenchimento referem-se ao resultado da avaliação: verde para ocorre, amarelo para ocorre parcialmente, vermelho para não ocorre e cinza para não aplicável.

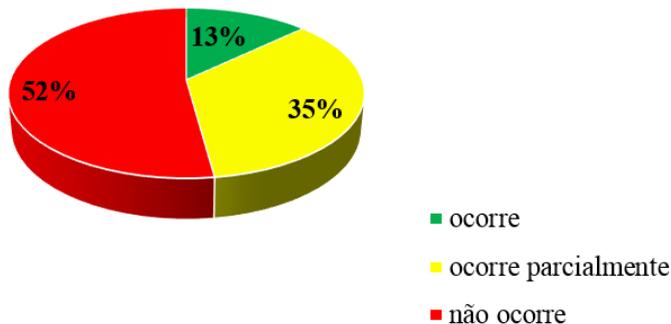
Quadro 5 - Avaliação de diretrizes para incorporação dos projetos para produção na construtora

DIRETRIZES PARA INCORPORAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO		OCORRE?
1	O projetista para produção participa já nas primeiras etapas do projeto (anteprojeto);	
2	O projeto para produção é elaborado simultaneamente aos projetos executivos; acontece junto aos demais projetos, não sendo uma disciplina isolada;	
3	O projeto atua como agente compatibilizador, permitindo a análise crítica aos demais projetos;	
4	É realizada análise crítica do projeto para produção com foco na construtibilidade em relação aos projetos dos demais subsistemas (após finalização do projeto, antes do uso);	
5	O projeto atua como agente de integração entre o produto e o processo de produção;	
6	O projeto atua como elemento estratégico para a racionalização construtiva e a introdução de novas tecnologias;	
7	O desenvolvimento do projeto para produção envolve os agentes ligados à execução (obra);	
8	Existe definição do escopo de cada projeto para produção;	
9	Os projetos para produção tem como referência a padronização dos procedimentos de execução e controle dos serviços (existe esta padronização);	
10	Existe uma sistemática adequada para a implantação do projeto para produção;	
11	Há definição de indicadores de tolerância e controle, atuando como ferramenta de gestão da produção e da qualidade;	
12	A construtora aplica indicadores de qualidade ao projeto e ao processo;	
13	O projeto para produção não objetiva suprir informações de projetos deficientes;	
14	As etapas críticas de obra possuem projetos para produção que antecipem no papel a execução;	
15	Possibilita a execução dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados;	
16	Projetistas e construtores interagem para impedir que decisões sejam tomadas no canteiro de obras, de forma isolada;	
17	O projetista para produção apresenta o projeto à equipe de execução (engenheiro, mestre, encarregado);	
18	Ocorre capacitação dos projetistas para o conhecimento de obras de edificação;	
19	Para os projetistas terceiros: há exigência de visitas à obra em contrato;	
20	A construtora exige treinamento e capacitação da mão de obra;	
21	Ocorrem reuniões de validação do projeto para produção com o gestor da produção;	
22	É realizado protótipo da execução quando aplicável (ex: alvenaria de vedação do pavto tipo);	
23	Ocorre acompanhamento e monitoramento da produção (ex: caderno de monitoramento da produção);	
24	É realizada análise de desempenho do subsistema e avaliação do projeto para fins de retroalimentação (após a entrega da obra); o projeto evolui em ciclos iterativos;	

Fonte: da autora (2014)

O preenchimento do *check list* permitiu visualizar que a situação da construtora em relação à incorporação dos projetos para produção é problemática: 52% das diretrizes aplicáveis elencadas pelos autores da bibliografia não acontecem na construtora, 35% acontecem parcialmente e apenas 13% efetivamente acontecem (Figura 41).

Figura 41 - Análise dos resultados de conformidade das diretrizes para incorporação dos projetos para produção



Fonte: da autora (2014).

Um dos motivos que justificam o resultado negativo obtido nesta análise é a falta de sistematização de um processo claro e definido para os projetos para produção. Esta situação gera perdas à construtora nos seguintes requisitos:

- a) não há um momento fixo para a elaboração dos projetos para produção, sendo muitas vezes realizados no momento em que não há mais grandes possibilidades de alteração dos projetos executivos, fazendo com que o projeto para produção perca sua função de agente compatibilizador em benefício da construtibilidade;
- b) não há método formalizado de avaliação e análise crítica do projeto para produção e seu desempenho, seja durante a fase de elaboração ou ao longo de sua utilização em obra. Neste último caso, as críticas acabam sendo passadas oralmente pelo líder da obra, sem que haja critérios claros de avaliação e registro;
- c) não há definição do escopo e dados técnicos de cada projeto para produção, o que contribui para uma falta de padronização em relação às informações, prejudicando a continuidade da execução das tarefas e permitindo que este tipo de projeto se transforme em

- uma medida paliativa para suprir informações deficientes de outros projetos;
- d) a maioria dos projetos para produção não possui procedimento ou diretrizes de projeto que orientem sua elaboração, indicando quais aspectos devem ser levados em consideração. Isso gera uma inevitável dependência entre a pessoa que está elaborando determinado projeto para produção e quem realizou o primeiro projeto ou o mais recente deste tipo. Além disso, a carência destes procedimentos prejudica a manutenção da cultura e da tecnologia construtivas da empresa, que deixa de estar documentada para estar apenas na mentalidade das pessoas;
  - e) não há um responsável pela coordenação destes projetos para produção, desde a identificação das necessidades até a retroalimentação e elaboração dos procedimentos. As funções se confundem entre os setores e não há uma comunicação eficiente, o que prejudica o controle e diminui o potencial de racionalização dos resultados;
  - f) o acompanhamento do projeto para produção em obra é realizado por um integrante de PeD, mas não há uma sistemática padrão, uma rotina ou um documento que formalize este acompanhamento e registre as possibilidades de melhoria;
  - g) nem sempre ocorre treinamento da equipe executora em relação aos procedimentos apresentados nos projetos para produção;
  - h) não ocorrem reuniões de validação do projeto com o gestor de produção, apenas conversas informais;
  - i) não há indicadores ou medições específicas em relação ao projeto, seu conteúdo e eficiência;
  - j) não há registros em um banco de dados dos pontos falhos dos projetos para produção, observando-se a repetição dos mesmos erros por falta de uma comunicação interna eficiente;
  - k) não há sistemática de retroalimentação dos projetos para produção, com registro da memória de utilização.

Embora a maioria dos requisitos do *check list* sejam falhos no cenário da construtora, alguns itens obtiveram resultados positivos na avaliação e merecem ser apontados:

- a) os projetos elaborados atuam como agente de integração entre o produto e o processo, e através deles é possível implantar ações de racionalização construtiva, como por exemplo a execução de alvenaria utilizando escantilhões, e introduzir novas tecnologias como a utilização de carenagem para esconder tubulações hidráulicas e sanitárias, melhorando o acesso às instalações;

- b) a pessoa que elabora o projeto para produção tem total liberdade para discutir técnicas e práticas construtivas com as equipes de obra a fim de encontrarem juntos a alternativa mais adequada à cultura construtiva da empresa;
- c) a estruturação da Engenharia na construtora permitiu o início da mudança de mentalidade da maioria das equipes executoras em relação às decisões tomadas no canteiro de obras. Com o surgimento deste departamento alguns problemas de obra, aos poucos, deixaram de ser decididos no canteiro para serem solucionados pelo projetista. Ainda que esta situação não seja dominante, já representa um início de mudança de mentalidade em benefício da melhoria nos processos;
- d) os projetos para produção são apresentados ao líder de obra, no canteiro, e discutidas as premissas de sua execução;

Reconhecendo que a intervenção nos projetos para produção deve acontecer não apenas em relação ao processo, mas também no âmbito do escopo do projeto, identificou-se a necessidade de resposta à seguinte pergunta: os projetos que a construtora considera como projetos para produção são efetivamente “para produção” ou são apenas melhoramentos dos projetos executivos? A resposta a esta pergunta, descrita no próximo item, orientará a intervenção no escopo do projeto, e não apenas no processo de elaboração e utilização.

#### 4.6 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO REALIZADOS NA CONSTRUTORA

Esta seção contempla a análise crítica dos projetos que a construtora considera como projetos para produção em relação ao escopo indicado pelos autores pesquisados na bibliografia. A finalidade desta análise consiste em verificar se estes projetos cumprem efetivamente o papel de agente integrador entre o produto e o processo ou são apenas melhoramentos dos projetos executivos, suprimindo informações deficientes nestes e necessitando portanto de intervenção. Os requisitos analisados em cada projeto estão apresentados no APÊNDICE C.

O resultado da avaliação dos projetos para produção da construtora está apresentada no Quadro 6. Os números indicados nas colunas correspondem aos critérios indicados no *check list* de avaliação e as cores indicadas nos campos estão relacionadas ao resultado da avaliação: verde para conforme, amarelo para parcialmente conforme, vermelho para não conforme e cinza para não aplicável.

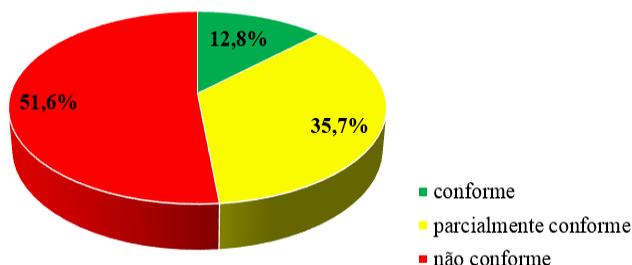
Quadro 6 – Resultado da avaliação dos projetos para produção

PROJETOS	REQUISITOS DE ESCOPO																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Contrapiso	Y	Y	Y	R	Y	Y	Y	Y	Y		Y				Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y								
Laje de cobertura estanque					Y	Y	Y	Y	R							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Furação de vigas e lajes (tubulação)					Y	Y	Y	Y	Y							Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Fiada de embasamento			Y	Y		Y	Y	Y	Y		Y	Y				Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Locação de pontos para split	Y	R	R			Y	Y	Y	Y		Y	Y	R			Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Forro de gesso	Y		R	R		Y	Y	Y	Y		Y	Y			Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Acessórios metálicos para alvenaria		R				Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Formas de madeira (paginação)		Y	R	R		Y	Y	Y	Y		Y	Y				Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Detalhe de box de banheiro elevado			Y	Y	R	Y	Y	Y	Y		Y	Y	R			Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Detalhes hidráulicos e sanitários						Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Locação de escantilhão			Y	Y	R	Y	Y	Y	Y		Y	Y				Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Vedação vertical (alvenaria paginada)		Y	Y			Y	Y	Y	Y		Y	Y	R			Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Paginação de piso											Y					Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Paginação de azulejo											Y					Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Revestimento de fachada (textura)						Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Sarrafos para passagem de gás			Y	Y		Y	Y	Y	Y		Y	Y	R			Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Balancim para reboco de fachada		R				Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Cobertura em estrutura de madeira			Y	Y		Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Canteiro de obras						Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y
Muro e detalhes		Y	R	R		Y	Y	Y	Y							Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Calçada		Y	R	R		Y	Y	Y	Y							Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							
Locação de obra		R	R	R		Y	Y	Y	Y							Y		Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y							

Fonte: da autora (2014).

A análise crítica de cada tipo de projeto para produção vigente na construtora permitiu visualizar que, embora a existência de uma mentalidade de projeto voltada à execução represente um início significativo de racionalização construtiva, é predominante a falta de conformidade dos projetos analisados em relação aos requisitos da bibliografia sobre os projetos para produção. Os projetos apresentaram não conformidades em cerca de 52% dos requisitos aplicáveis analisados, sendo apenas 13% conformes e 36% parcialmente conformes (Figura 42).

Figura 42 - Análise dos resultados de conformidade aos requisitos aplicáveis aos projetos para produção da construtora



Fonte: da autora (2014).

Informações básicas relacionadas à produtividade e à mão de obra, definição de requisitos de desempenho de materiais e componentes, procedimentos de controle e limite de tolerância, definição de equipamentos necessários e relação do procedimento representado no projeto com o arranjo do canteiro de obras são itens que predominaram entre as carências dos projetos analisados, recebendo taxas iguais ou superiores a 90% de não conformidade entre os vinte e dois tipos de projetos analisados. Sendo estes itens informações básicas ao escopo e ao próprio conceito do projeto para produção analisado na bibliografia, conclui-se que os projetos utilizados até o momento pela construtora são apenas projetos executivos melhorados, com informações que suprem a carência de detalhes dos demais projetos, principalmente o arquitetônico. Muito embora proporcionem uma integração entre o produto e o processo, não podem ser considerados como projetos para produção.

#### 4.7 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS EXECUTIVOS

Devido a questões culturais, os projetos arquitetônicos desenvolvidos hoje no Brasil são pouco executivos e se apresentam carentes de definições e detalhamentos que permitem a correta execução da obra.

Para analisar os projetos arquitetônicos executivos utilizados na construtora, aplicou-se o *check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura, apresentado no APÊNDICE D, aos projetos arquitetônicos de dois empreendimentos em andamento na construtora. O método de utilização deste *check list* encontra-se no capítulo referente ao Método desta pesquisa (capítulo 3) e os resultados da avaliação estão apresentados no Quadro 7. As cores indicadas no campo *status* referem-se ao resultado da avaliação: verde para atende, amarelo para atende parcialmente, vermelho para não atende e cinza para os itens não aplicáveis.

Quadro 7 - Avaliação do conteúdo do projeto executivo arquitetônico

Continua

PRODUTOS FINAIS DA ETAPA DE PROJETO EXECUTIVO DE ARQUITETURA		
PROJETO DE EXECUÇÃO		STATUS
Listagem dos desenhos de arquitetura		
<b>Planta de situação - escala 1:500 ou 1:1.000</b>		
1	Cotas de afastamento do lote em relação aos limites da quadra	
2	Larguras de ruas e passeios	
3	Cotas de afastamentos e recuos das edificações com relação aos limites do terreno	
4	Orientação (norte magnético ou verdadeiro)	
5	Denominação de ruas e praças limítrofes	
6	Notas gerais	
7	Carimbo/ selo	
<b>Planta de implantação - escalas 1:200, 1:250, 1:500</b>		
1	Indicação do sistema de eixo de coordenadas do projeto	
2	Orientação (norte magnético ou verdadeiro)	
3	Limites do terreno e indicação de logradouros adjacentes	
4	Vias de acesso	
5	Curvas de nível (anteriores e do projeto)	
6	Pormenor das áreas ajardinadas, vias internas, estacionamentos, áreas cobertas e respectivos detalhes construtivos	
7	Indicação dos vários acessos (principal e secundários) previstos para o terreno e a edificação	
8	Cotas de nível do piso acabado dos acessos	
9	Designação dos diversos edifícios (ou fases) previstos	
10	Cotas gerais	
11	Notas gerais	
12	Legendas	
13	Carimbo/ selo	
<b>Planta(s) do(s) pavimento(s) - escalas 1:100 e 1:50</b>		
1	Indicação de coordenadas de projeto	
2	Indicação dos elementos do sistema estrutural, com distinção gráfica entre estes e as vedações	
3	Indicação de cotas parciais entre coordenadas e cotas totais	
4	Cotas de desenho, em pormenor, dos locais que serão desenhados em escala maior	
5	Indicação dos cortes gerais, fachadas, elevações parciais, detalhes e seções	
6	Indicação de níveis de pisos acabados e em osso	
7	Indicação da função e área de cada ambiente	
8	Localização e dimensionamento de equipamentos	

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

## Quadro 7 - Avaliação do conteúdo do projeto executivo arquitetônico

Continuação

9	Referência e numeração de sanitários, escadas, rampas, balcões, divisórias, gradis, guarda-corpos, comimão, esquadrias (de madeira, ferro, alumínio), armários, bancadas e outros que serão desenhados em escala maior	
10	Indicação do sentido de abertura das esquadrias	
11	Indicação de sancas, rebaixos e proteções	
12	Indicação de enchimentos, dutos e prumadas das instalações	
13	Indicação de soleiras e peitoris com especificação completa dos materiais	
14	Localização de fossas e sumidouros	
15	Indicação dos pontos de distribuição de água e esgoto, inclusive para jardins, filtros, bebedouros e caixas de incêndio	
16	Localização de torres de arrefecimento, fan-coils, central de refrigeração, elevadores, cabinas de transformação e outros	
17	Localização e dimensionamento dos vãos quando se tratar de aparelhos individuais (de parede/ janelas)	
18	Detalhamento da fixação ou especificação dos elementos suportes	
19	Indicação dos quadros e caixas de distribuição das redes telefônica, elétrica, centrais de som, alarme, prumadas hidráulicas, etc.	
20	Paginação dos revestimentos quando houver necessidade	
21	Indicação da projeção dos reservatórios de água (inferior e superior) com respectivos acessos e capacidade em litros	
22	Uso das conveções oficiais, especialmente em casos de reforma	
23	Especificações gerais	
24	Notas gerais	
25	Tabelas com indicação de acabamentos, revestimentos e pisos	
26	Quadro de dimensionamento das esquadrias onde constem referências, dimensões, especificações e quantidades de cada uma	
27	Legendas	
28	Carimbo/ selo	
<b>Planta de cobertura - escala 1:200 e 1:50</b>		
1	Indicação do sistema de coordenadas do projeto	
2	Indicação dos planos de cobertura e de calhas, com respectivos sentidos de inclinação de escoamento de águas	
3	Indicação da posição e dimensionamento das calhas condutoras de águas pluviais e destino das mesmas	
4	Cortes e seções parciais em centímetros	
5	Indicação dos detalhes de cumeeiras, rufos, arremates e outros elementos	
6	Especificação dos materiais, dimensionamento da solução estrutural básica, elementos de impermeabilização e isolamento termoacústico	
7	Orientação (norte/ sul)	
8	Notas gerais	
9	Legendas	
10	Carimbo/ selo	

Fonte: adaptado de ASBEA (2000).

Quadro 7 - Avaliação do conteúdo do projeto executivo arquitetônico

Continuação

<b>Planta de forro - escala 1:50 (quando necessário)</b>		
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto	
2	Desenho do forro, com indicação da posição e dimensionamento das placas ou lâminas, com especificação completa das mesmas	
3	Representação específica e completa das luminárias, com indicação dos pontos de iluminação no teto	
4	Representação dos aerofusos, sancas com respectivas grelhas de insuflamento e retorno para sistema de ar-condicionado central, quando no forro	
5	Indicação dos pontos de instalações especiais, quando no forro	
6	Representação das paredes e divisórias	
7	Notas gerais	
8	Legendas	
9	Carimbo/ selo	
<b>Cortes - escala 1:50 (quantidade compatível com a obra)</b>		
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto	
2	Distinção gráfica entre elementos da estrutura e vedações seccionadas	
3	Indicação dos perfis longitudinais e transversais naturais do terreno, aterros e desaterros, e dos novos perfis longitudinais e transversais do terreno	
4	Nível dos pisos seccionados	
5	Cotas verticais de piso, parciais e totais dos elementos seccionados	
6	Notas gerais	
7	Legendas	
8	Carimbo/ selo	
<b>Fachadas - escala 1:50</b>		
Desenhos de todas as elevações externas da edificação, com representação gráfica e especificação completa dos materiais de revestimento (marca, referência, cor, dimensões) determinando o respectivo modo de assentamento e acabamento, contendo:		
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto	
2	Desenho das formas, quando utilizado concreto aparente	
3	Indicação e especificação completa de vidros, cristais, elementos vazados, brises e esquadrias	
4	Representação, numeração e sentido de abertura das esquadrias nas fachadas	
5	Representação da localização de aparelhos de ar-condicionado, quando forem individuais (de parede/ janela)	
6	Cotas parciais e totais dos componentes das fachadas	
7	Medidas em cotas de nível e também dos pavimentos	
8	Indicação das divisas do terreno	
9	Notas gerais	
10	Legendas	
11	Carimbo/ selo	

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

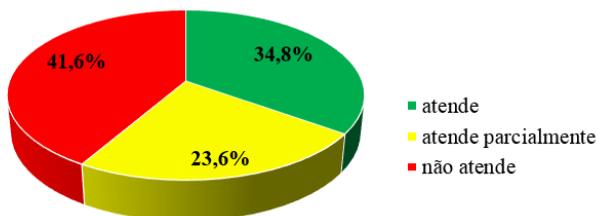
Quadro 7 - Avaliação do conteúdo do projeto executivo arquitetônico

DETALHES DE EXECUÇÃO		Conclusão
<b>Áreas molhadas</b>		
1	Plantas com indicação de posição e referência completa de louças sanitárias, ferragens e acessórios, bem como balcões, armários, soleiras, frisos, divisórias e arremates	
2	Cortes na quantidade necessária, com cotas indicativas totais e parciais	
3	Detalhes de bancadas e outros elementos construtivos com especificações de acabamentos, utilizando-se recursos de perspectivas, quando necessários	
<b>Escadas e rampas</b>		
1	Planta com dimensionamento de pisos e patamares, representação e especificação completa de corrimão e revestimento de pisos e espelhos	
2	Cortes na quantidade necessária, com cotas indicativas dos níveis, altura de espelhos, corrimãos e outros detalhes específicos, de acordo com o projeto	
<b>Esquadrias metálicas</b>		
1	Elevação das esquadrias com representação das folhas e montantes (divisões e marcos), com cotas gerais dos seus componentes e indicação dos elementos fixos e móveis	
2	Seções horizontais e verticais das esquadrias, com dimensões gerais dos seus componentes, definição de abertura, detalhes de vedação, de peitoris, de pingadores, puxadores, peças de comando, especificação das ferragens (dobradiças, pino, pivôs, fechaduras), vidros, painéis etc.	
<b>Esquadrias de madeira</b>		
1	Elevações das esquadrias com representação das folhas e montantes, cotas gerais de seus componentes, indicação dos elementos fixos e móveis e tipos de acabamento	
2	Seções verticais e horizontais das esquadrias, onde constem especificação, montagem e detalhes de vedação, de peitoris, bem como indicação e detalhes de puxadores e peças de comando, especificação das ferragens, vidros, painéis etc.	
<b>DETALHES CONSTRUTIVOS</b>		<b>STATUS</b>
1	Plantas, seções, elevações e perspectivas isométricas, nas escalas 1:10, 1:05, 1:02, 1:01, em geral, complementando as próprias folhas de desenho de execução pertinentes, ou eventualmente através de pranchas específicas	

Fonte: adaptado de ASBEA (2000).

Os resultados da avaliação do *check list* permitiram visualizar que cerca de 42% dos itens aplicáveis não são atendidos nos projetos arquitetônicos executivos da construtora, 24% dos itens são atendidos parcialmente e 35% dos itens são atendidos (Figura 43).

Figura 43 - Análise dos resultados de conformidade do projeto arquitetônico



Fonte: da autora (2015).

A análise dos resultados desta avaliação evidenciou alguns pontos importantes nos projetos de arquitetura:

- a) não há indicação de soleiras e peitoris com especificação completa dos materiais, o que gera dúvidas no momento da execução em obra;
- b) a paginação dos revestimentos de piso e azulejo é apenas ilustrativa e não considera as dimensões reais das peças e suas juntas;
- c) não há tabelas com indicação de acabamentos, revestimentos e pisos, apenas a tabela de esquadrias. Algumas informações sobre revestimentos estão contidas no memorial descritivo da obra. Contudo, este documento não é elaborado pelo arquiteto como um complemento ao projeto arquitetônico (é produzido pela construtora) e estas informações não estão indicadas de forma gráfica nas pranchas de projeto;
- d) a tabela de esquadrias é bem especificada em relação às informações dos produtos, porém não apresenta informações sobre a forma de execução destas esquadrias (qual o vão necessário na alvenaria, qual o tipo de fixação, se a fixação é alinhada à fachada, se há peitoril, entre outras);
- e) a planta de cobertura não apresenta cortes e seções parciais, bem como a indicação de detalhes de cumeeiras, rufos e arremates. A representação da cobertura é meramente ilustrativa, apontando o tipo das telhas e o material da estrutura. Não há dimensionamento, cortes, desenhos de montagem, quantitativo ou detalhes desta cobertura;
- f) não há indicações de forros ou sancas e esta falta de informação gera dúvidas no momento da execução;

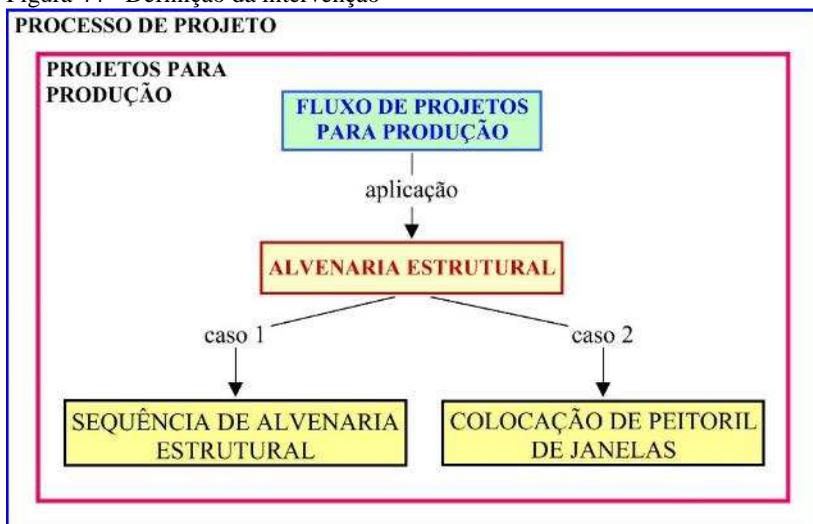
- g) os cortes não apresentam os perfis longitudinais e transversais do terreno, aterros e cortes, visto que esta é uma informação contida comumente no projeto topográfico;
- h) não há indicação da locação das louças sanitárias, ficando estas em função da locação dos pontos hidráulico e de esgoto que são indicados no projeto de instalações;
- i) faltam informações sobre escadas e rampas, muitas delas contidas no projeto preventivo de incêndio para aprovação do Corpo de Bombeiros;
- j) o projeto arquitetônico apresenta as informações gerais sobre as esquadrias metálicas e de madeira, tais como dimensões, tipos de vidro, sentido de abertura, entre outras. Não há desenhos de montagem destas esquadrias;
- k) não há detalhes construtivos que acompanham as pranchas do projeto.

É válido comentar que algumas informações chegam ao canteiro de obras através de documentações alternativas ao projeto executivo de arquitetura, como por exemplo o memorial descritivo da obra (elaborado pela empresa construtora) e as pranchas dos projetos das demais disciplinas. São exemplos destas informações as especificações de acabamento das paredes e tetos, os detalhamentos de escadas e rampas e informações sobre os níveis e perfis do terreno.

#### 4.8 DEFINIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Após a realização do diagnóstico da construtora e da análise dos processos de projetos e demais informações coletadas, a intervenção desta pesquisa é ilustrada na Figura 44.

Figura 44 - Definição da intervenção



Fonte: da autora (2015).

- A definição da intervenção inicia no **processo de projeto**, pois:
- as análises de custos e planejamento indicam a existência de uma porcentagem de desvios de custo relacionada aos projetos, por falhas ou ausência destes, que pode ser ainda maior quando analisada a intrínseca relação com o orçamento das obras. Isso porque um projeto carente de informações induz à carência de quantificação e inserção de insumos e serviços no orçamento, atrapalhando a execução da obra;
  - as informações da Assistência Técnica permitem inferir que uma parcela dos problemas atendidos poderia ser evitada se os projetos fossem mais completos;
- Dentro do processo de projeto, a intervenção situa-se nos **projetos para produção**, pois conforme mostrado pelas análises já apresentadas:
- 39% da incidência de problemas por disciplina refere-se aos projetos “especiais”. Desta parcela 65% consistem em projetos para produção, o que evidencia a necessidade de melhorias neste processo;
  - não há sistemática para elaboração, utilização e retroalimentação dos projetos para produção na construtora. A ausência de um fluxo consolidado contribui para que a incorporação destes

projetos não seja eficiente e seu objetivo como agente integrador entre o processo e o produto não seja alcançado;

- c) os projetos que a construtora considera como sendo projetos para produção na realidade são projetos executivos melhorados que permitem suprir a carência de informações e detalhes dos projetos dos demais subsistemas. É necessário, portanto, que os projetos para produção sejam efetivamente incorporados à realidade da construtora;

O desmembramento da intervenção nos projetos para produção da construtora dar-se-á através da sistematização do processo de projeto para produção e a intervenção para melhoria.

No contexto dos projetos para produção, escolheu-se a **alvenaria estrutural** como foco dos casos de aplicação pelos seguintes motivos:

- a) representatividade do processo na construtora: a tecnologia construtiva em alvenaria estrutural correspondeu a 78% das obras em andamento no ano de 2014 (de janeiro a dezembro);
- b) segundo Franco (1992) na alvenaria estrutural há boas condições de implantação de uma ação organizacional em obra: maior detalhamento do projeto em relação às obras convencionais (modulação de fiadas, elevação da alvenaria compatibilizada com as instalações), maior padronização na execução dos procedimentos construtivos e maior simplicidade inerente ao processo, podendo-se utilizar a organização da produção como ferramenta para um grau mais elevado de industrialização;
- c) Parsekian e Furlan Junior apud Rodrigues (2005) afirmam que projetos que utilizam a alvenaria estrutural como processo construtivo tem forte vocação para serem racionalizados desde a concepção.

O primeiro projeto piloto desta pesquisa consiste no desenvolvimento do projeto para produção da **seqüência de execução da alvenaria estrutural** para uma das obras da construtora. Este projeto foi escolhido como o caso 1 da aplicação pelos seguintes motivos:

- a) desde 2012 a construtora iniciou investimentos em inovação e aquisição de novas técnicas de racionalização construtiva, tal como o uso de escantilhões e de bisnaga para argamassa. Contudo, não houve ações para racionalizar a seqüência de execução, ficando ainda sob responsabilidade da equipe de obras a decisão sobre a ordem de elevação das paredes no pavimento e a logística de movimentação de equipes e materiais;
- b) a construtora alterou o processo construtivo das lajes, até então moldadas *in loco*, para lajes pré-moldadas. Estas lajes, bem como

as vigas, escadas, vergas e contravergas, são produzidas em uma central fora do canteiro e transportadas à obra para a montagem final no pavimento. Esta alteração de processo construtivo agilizou a execução do ciclo do pavimento, uma vez que se elimina as concretagens *in loco*, e conseqüentemente gerou a necessidade de agilidade na alvenaria, a fim de que esta não se tornasse o gargalo de produção da estrutura;

Considerando que o cronograma da obra pode ser incerto devido à influência de vários fatores (estratégicos, financeiros, operacionais), e entendendo a importância de apresentar nesta pesquisa uma aplicação em obra do modelo do processo de projeto para produção, escolheu-se um segundo subsistema da alvenaria estrutural para aplicação: a **colocação de peitoris de janelas**. Esta etapa da obra foi escolhida como o caso 2 da aplicação pelos seguintes motivos:

- a) segundo Maciel e Melhado (1999) os peitoris e pingadeiras são alguns dos detalhes arquitetônicos e construtivos da fachada cuja definição e posicionamento devem ser feitos de forma criteriosa, a fim de que se obtenha o cumprimento adequado de suas funções. A correta especificação destes detalhes construtivos contribui para o melhor desempenho do revestimento de argamassa, não gerando pontos frágeis na fachada;
- b) para Baía e Sabbatini (2008, p. 49) “peitoril é um detalhe que protege a fachada da ação da chuva e que precisa ser devidamente projetado”. O projeto ou a execução indevidos contribuem para a deposição de poeira e de manchas de umidade com cultura de esporos de microorganismos nessas regiões.

A definição da intervenção apresentada nos itens anteriores pode gerar o seguinte questionamento: por que intervir no processo de projeto se o indicador DP da avaliação da conduta da construtora foi caracterizado como forte? A resposta a esta pergunta é simples: ainda há muito o que ser feito para que a cultura construtiva da empresa considere a resolução das interferências executivas ainda na fase de projeto, sem postergar decisões à equipe que atua no canteiro de obras. O primeiro passo para esta antecipação das decisões acerca das técnicas construtivas implica em enxergar o projeto como ferramenta dinâmica de transferência de informação à produção, e não apenas como representação gráfica estática do produto final.

Vale dizer ainda que o indicador DP não analisa aspectos relacionados à execução e de que forma ela é influenciada pelas informações contidas nos projetos enviados à obra, o que pode nos levar a concluir que embora o Desenvolvimento de Produto/Processos

apresente um aspecto forte, a produção destes produtos pode não apresentar.

#### 4.9 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA ALVENARIA ESTRUTURAL

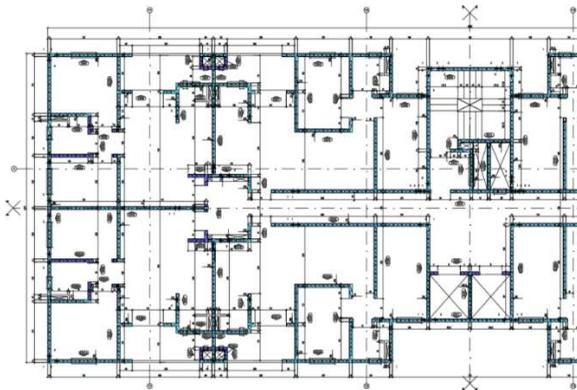
Neste item são apresentadas as principais características da situação atual do projeto e da execução da alvenaria estrutural em blocos de concreto na construtora analisada, seguida da apresentação do cenário atual da etapa executiva de colocação de peitoris de janelas nas obras deste mesmo processo construtivo.

##### 4.9.1 O processo de projeto da alvenaria estrutural

O projeto de alvenaria estrutural pertence ao pacote macro de projetos estruturais que a construtora contrata de uma empresa terceira. Inerentes à alvenaria estrutural são entregues os projetos de modulação da alvenaria (primeira e segunda fiadas), locação de grautes verticais e horizontais, elevação das paredes, detalhes e armação dos pré-moldados utilizados (vergas, por exemplo).

A planta de modulação apresenta a paginação dos blocos estruturais e de vedação, bem como informações acerca da resistência destes blocos, da argamassa de assentamento e do graute que devem ser utilizados conforme os pavimentos do edifício. A Figura 45 ilustra um exemplo de projeto de modulação da alvenaria.

Figura 45 - Modulação da alvenaria (planta de primeira fiada)

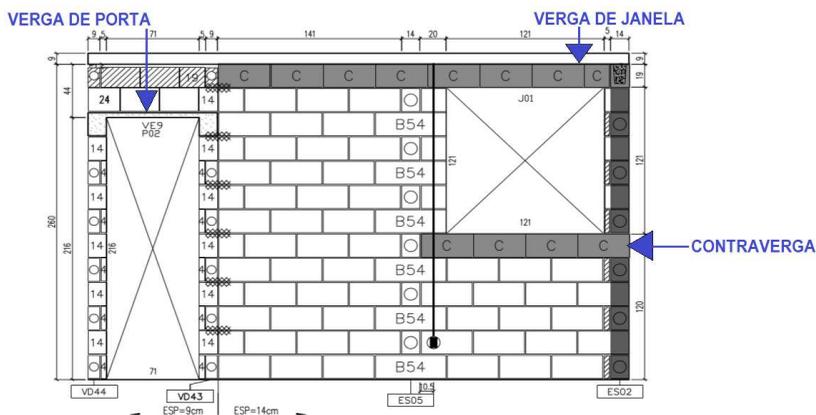


Fonte: cedida pela construtora (2014).

A elaboração do projeto de modulação toma como base o projeto de arquitetura e as informações que a empresa projetista solicita à construtora contratante através do preenchimento de um documento com as diretrizes de projeto. Após a validação da construtora da planta de modulação enviada são realizadas as plantas de grautes, as elevações da alvenaria e os detalhamentos dos pré-moldados. Para isso, o projetista recebe também os projetos de instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de prevenção contra incêndio.

Nos projetos anteriores ao empreendimento foco da primeira aplicação desta pesquisa (denominado empreendimento A e caracterizado no capítulo 6) as elevações de alvenaria consideravam pré-moldados para as vergas de porta e para as passagens de ventilação permanente nas áreas de serviço. As vergas e contravergas de janela eram moldadas *in loco*, através do grauteamento de canaletas. A Figura 46 ilustra a representação em projeto das vergas e contravergas dos vãos de portas e janelas e a Figura 47 mostra a estocagem e utilização das vergas pré-moldadas em obra.

Figura 46 - Vergas e contra vergas



Fonte: cedida pela construtora (2014).

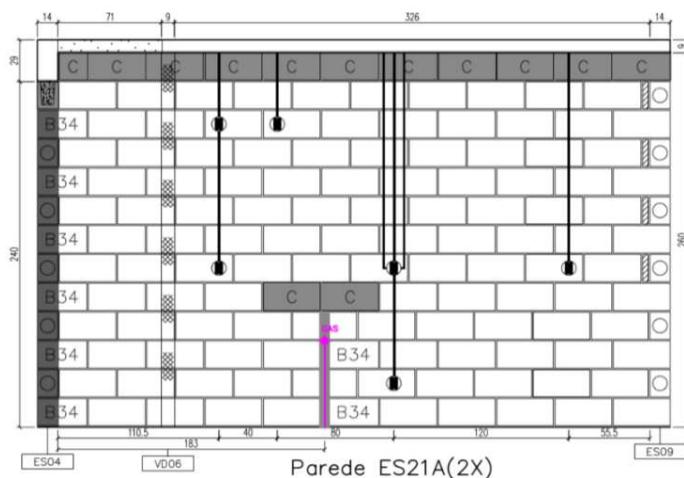
Figura 47 - Estocagem e utilização das vergas pré-moldadas em obra



Fonte: cedida pela construtora (2014).

A ligação da alvenaria de vedação (em blocos cerâmicos) com a alvenaria estrutural é realizada através da utilização de telas metálicas e ferro cabelo. As elevações também indicam os embutimentos de instalações elétricas, hidráulicas e de gás, compatibilizadas com as características da alvenaria. A Figura 48 apresenta a indicação das passagens elétricas e de gás em uma das paredes de cozinha.

Figura 48 - Passagens elétricas e de gás



Fonte: cedida pela construtora (2014).

## 4.9.2 O processo executivo da alvenaria estrutural

Embora os projetos estruturais indiquem os atributos relacionados ao produto alvenaria, não há indicações relacionadas ao processo de execução: qual a estratégia de ataque da alvenaria, como gerenciar as frentes de serviço, qual o impacto dos materiais utilizados no pavimento, entre outras. Também não são informados os critérios de tolerância e os pontos de verificação de conformidade no processo.

A construtora possui um procedimento executivo de alvenaria estrutural com a indicação das técnicas que devem ser utilizadas e dos equipamentos inerentes à alvenaria (Figura 49). Contudo, não existe uma rotina de atualização deste procedimento e por ser bastante extenso costuma não receber a devida atenção. Outro documento que norteia a execução é a Instrução de Serviço, documentada no Sistema de Gestão da Qualidade da empresa. Esta instrução, por sua vez, é bastante sucinta e acaba não considerando detalhes importantes do processo.

Figura 49 – Excerto do procedimento executivo de alvenaria

TÍTULO	
EXECUÇÃO DE ALVENARIA ESTRUTURAL EM BLOCOS DE CONCRETO	
RESPONSÁVEL	CODIGO

- e) Os blocos devem ser posicionados de forma que fiquem alinhados com a linha de *nylon* previamente passada nos escantilhões;
- f) O assentamento dos blocos segue o mesmo procedimento descrito para a fiada de marcação, em relação ao posicionamento dos blocos e verificações;
- g) A amarração entre as alvenarias de execuções diferentes (em etapas diferentes) deve ser executada por meio de “castelinhos” ou tela;



Figura 10 - execução de castelinho

- h) Os blocos de concreto das várias etapas de alvenaria devem ser assentados utilizando-se como referência as linhas de *nylon* dos escantilhões, os esticadores e as cotas definidas em projeto (projeto estrutural).

### 1.24 EXECUÇÃO DOS CASTELINHOS

Obs.: A formação conhecida como castelinho consiste no assentamento de alguns blocos de extremidade de alvenarias com função de amarração.

Fonte: cedida pela construtora (2014).

A execução da alvenaria estrutural utiliza escantilhões metálicos como referência de nível e prumo. A locação e o nivelamento destes escantilhões considera as diferenças de nível entre vários pontos da laje, aferidos através da utilização do nível alemão (Figura 50).

Figura 50 - Nivelamento dos escantilhões



Fonte: cedida pela construtora (2014).

Com os escantilhões locados, inicia-se a marcação da alvenaria (primeira fiada) e a posterior elevação das paredes (Figura 51), com o cuidado de não interromper a elevação das paredes sem que haja a construção de um “castelinho”, tal como está destacado na Figura 52.

Figura 51 - Elevação das paredes



Fonte: cedida pela construtora (2014).

Figura 52 - Execução do castelinho



Fonte: cedida pela construtora (2014).

A partir da sétima fiada é necessário que sejam montados os andaimes. Estes andaimes constituem-se em cavaletes metálicos sobre os quais são posicionadas tábuas de madeira, conforme ilustra a Figura 53.

Figura 53 - Andaimes formados por cavaletes metálicos e tábuas de madeira



Fonte: cedida pela construtora (2014).

Outro equipamento que interfere na execução da alvenaria estrutural é o guarda corpo metálico para proteção de periferia. No processo atual o guarda corpo consiste em gradis metálicos modulares que são apoiados em hastes metálicas e estas são fixadas à alvenaria através de barras roscadas e porcas. A fixação destas hastes é feita entre a quarta e a quinta fiada de blocos em todos os pavimentos, na medida em que são executados (Figura 54).

Figura 54 - Fixação do guarda corpo metálico de periferia



Fonte: cedida pela construtora (2015).

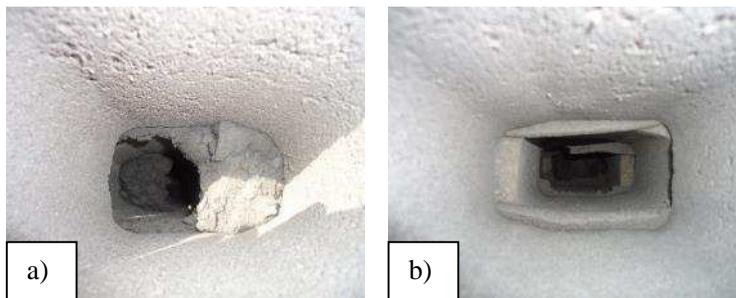
Ao longo da alvenaria são realizados os grauteamentos horizontais, a colocação dos pré-moldados e os grauteamentos verticais. A aplicação da argamassa é realizada com a bisnaga para argamassa em substituição à colher meia cana (Figura 55). Segundo estudos da construtora, a transição para a utilização da bisnaga diminuiu o consumo de argamassa de assentamento em cerca de 40%, além de evitar a obstrução dos furos de bloco para a passagem das instalações elétricas (Figura 56).

Figura 55 - Utilização da bisnaga para argamassa



Fonte: cedida pela construtora (2014).

Figura 56 – Furo do bloco com a utilização da colher (a) e com a utilização da bisnaga (b)



Fonte: cedida pela construtora (2014).

A construtora produz internamente um projeto de *layout* de canteiro de obras que considera espaços para a locação dos paletes de bloco, produção de argamassas e graute e o posicionamento dos equipamentos de transporte vertical. Contudo, a locação destes insumos no pavimento, bem como o posicionamento dos equipamentos (os andaimes, por exemplo) de forma a não conflitar com a execução da alvenaria ficam sob responsabilidade da equipe executora. A Figura 57 mostra um exemplo desta disposição que muitas vezes resulta em um pavimento congestionado e que gera dificuldades à locomoção.

Figura 57 - Disposição dos materiais e equipamentos no pavimento



Fonte: cedida pela construtora (2014).

Em relação às interferências da alvenaria com as instalações, as mais frequentes são em relação à locação de pontos elétricos, seja por carência de projeto ou por falha na interpretação do mesmo. Contudo, há também interferências em relação às instalações de gás e de hidráulica, devido às incompatibilidades entre os projetos. A Figura 58 registra uma interferência de instalação elétrica na alvenaria estrutural.

Figura 58 - Interferência de instalação elétrica na alvenaria estrutural



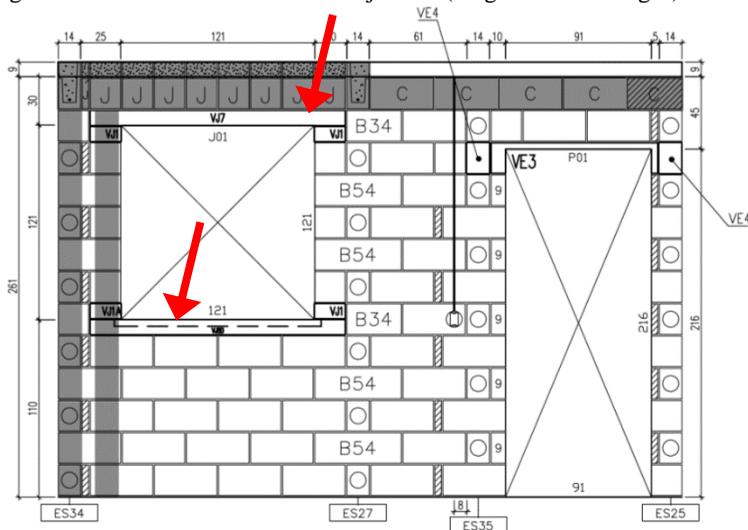
Fonte: cedida pela construtora (2014).

### 4.9.3 Fatores concomitantes ao projeto para produção da sequência de alvenaria que contribuíram para a sua elaboração

Os estudos do projeto para produção da sequência de alvenaria estrutural foram facilitados pelos seguintes acontecimentos na construtora:

- estudos sobre tecnologia em pré-moldados permitiram substituir muitos elementos da alvenaria que são moldados *in loco* por peças pré-moldadas, tais como escadas, vigas e contravergas de janela. Estas peças contribuíram para a racionalização do projeto da alvenaria (Figura 59).

Figura 59 - Pré-moldados de vãos de janelas (vergas e contravergas)



Fonte: cedida pela construtora (2014).

- foi desenvolvido na construtora um estudo de logística e um projeto de logística do pavimento com objetivo de otimização do uso dos equipamentos de transporte em paralelo ao desenvolvimento do projeto para produção de sequência de alvenaria. O estudo da logística forneceu e demandou informações ao projeto de sequência de alvenaria, principalmente devido à necessidade do equipamento de transporte vertical da obra (a grua) atender à movimentação de pré-moldados de

grandes dimensões, como lajes e escadas, e ao abastecimento da alvenaria estrutural dos pavimentos sem que houvesse interrupção destes serviços;

- c) a incorporação das peças pré-moldadas, especialmente as lajes, permitiu uma maior agilidade na execução do ciclo do pavimento (alvenaria e laje) visto que as concretagens *in loco* são substituídas pelo posicionamento das peças pré-moldadas. Dessa forma, a meta de execução do ciclo do pavimento diminuiu cerca de 50% em relação ao período considerado nas obras que não incorporam a tecnologia dos pré-moldados;
- d) incorporação de equipamentos industrializados, definidos no planejamento da logística da obra, e que são mais seguros e fáceis de utilizar em comparação aos utilizados até o momento. Um exemplo é a utilização de andaime metálico industrializado (Figura 60), cuja montagem é mais rápida em relação ao andaime formado por cavalete metálico e tábuas de madeira.

Figura 60 - Andaime metálico industrializado



Fonte: cedida pela construtora (2014).

O projeto para produção da sequência de alvenaria tem como objetivo realizar as seguintes alterações no processo de execução da alvenaria estrutural:

- a) levar à equipe de obras a orientação em relação à ordem de elevação dos grupos de paredes, priorizando a produtividade e a otimização do uso dos recursos humanos e materiais no pavimento;

- b) fornecer informações precisas ao planejamento de logística da obra em relação ao consumo de materiais (blocos, argamassa, grautes), à demanda de uso de equipamentos (masseiras, andaimes) e à necessidade de abastecimento do pavimento, visando a melhor utilização dos recursos;
- c) fornecer ao planejamento de logística da obra a informação sobre áreas livres para depósito de materiais e equipamentos no pavimento.

#### **4.9.4 Peitoril de janela: aspectos de projeto e de execução**

Nas obras em alvenaria estrutural com blocos de concreto, o peitoril da janela é constituído de uma pedra de ardósia de espessura 3cm que possui uma pingadeira em sua face inferior. A colocação da ardósia com pingadeira inicia na torre de apartamentos após a realização da estrutura do terceiro pavimento (alvenaria e laje) sendo, portanto, anterior à etapa de reboco e colocação de esquadrias.

Não existe um procedimento na construtora que oriente a colocação dos peitoris com pingadeiras, especificando os materiais e as atividades a serem realizadas. Também não há informações de projeto especificando dimensões e detalhes construtivos. Dessa forma, a execução na obra depende da experiência do mestre e dos executores, que na maioria dos casos acabam tomando as decisões sobre a técnica construtiva no canteiro.

Alguns erros frequentes encontrados em cinco empreendimentos da construtora visitados em 2014 estão listados a seguir:

- a) rasgos exageradamente grandes para penetração lateral da pedra de ardósia na alvenaria, que pode fragilizar a estrutura nestes pontos e gerar a necessidade de reforço (Figura 61) ;
- b) peitoril que não entra lateralmente na alvenaria, o que permite o acúmulo de sujeiras e manchas na fachada, bem como a possibilidade de infiltração através da esquadria;
- c) falta de diretrizes em relação ao tamanho das pedras dos peitoris, especificação da argamassa de assentamento, indicação de posição de assentamento e acabamentos, gerando incongruências na estrutura de produto desde o orçamento da obra até a execução, passando pela compra do material.

Figura 61 - Patologias causadas pela colocação indevida dos peitoris



Fonte: cedida pela construtora (2014)

A realização das etapas do diagnóstico permitiram que se estabelecesse a intervenção da pesquisa. A definição desta intervenção, seguida do panorama da situação atual da alvenaria estrutural com blocos de concreto na construtora foco do estudo, contribuíram para o entendimento do contexto em que o modelo proposto neste trabalho será inserido. A proposta do modelo é o que se pretende explorar na próxima seção.



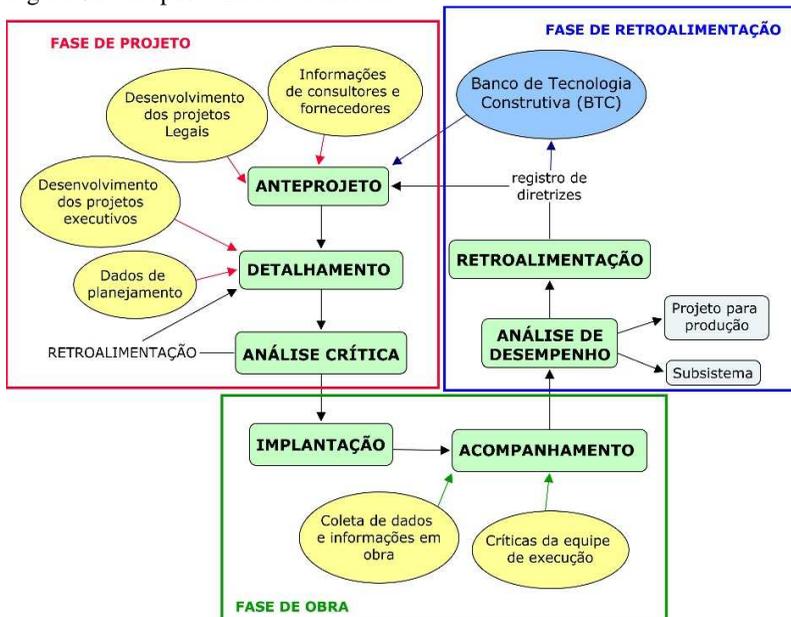
## 5 MODELO DE PROCESSO DE PROJETO PARA PRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o detalhamento do modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto e a intervenção para melhoria. Além da descrição do modelo, o capítulo apresenta o detalhamento das atividades a serem desenvolvidas em cada etapa do fluxo, com dados de entrada e produtos gerados, a proposta de inserção dos projetos para produção no processo de projetos da construtora e uma sugestão de documentos de registro e controle.

### 5.1 FORMULAÇÃO DO MODELO E SUAS ETAPAS

O modelo de processo de projetos para produção proposto nesta pesquisa possui caráter cíclico e está estruturado em etapas. Inicialmente, a proposta do modelo considerava sete etapas: anteprojeto, detalhamento, análise crítica, implantação, acompanhamento, análise de desempenho e retroalimentação, com previsão de registro das informações em um BTC (Figura 62).

Figura 62 - Proposta inicial de modelo



Fonte: da autora (2014).

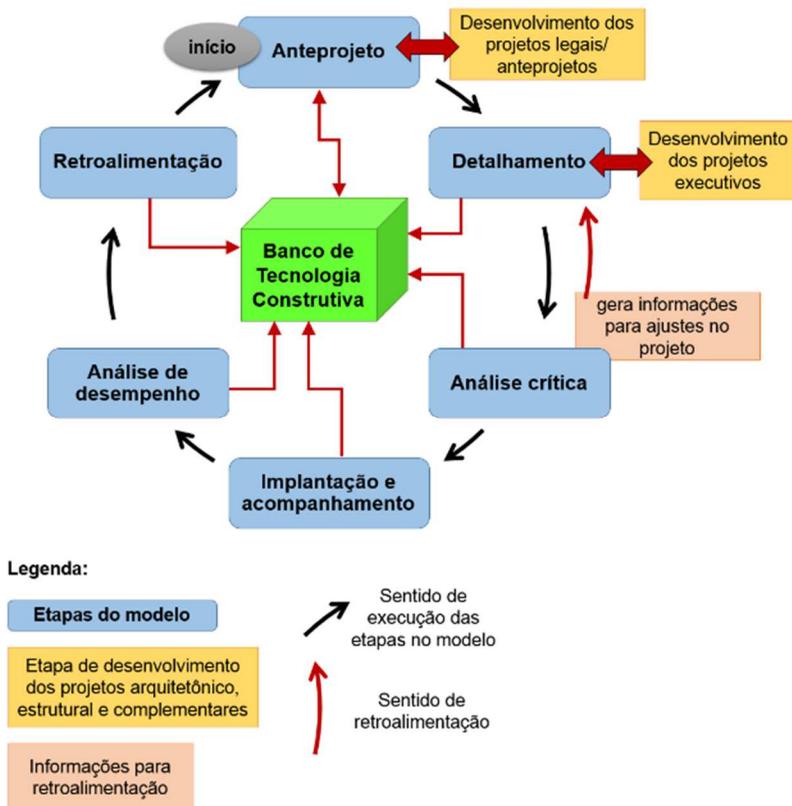
A aplicação do modelo na construtora foco da análise no projeto para produção da sequência de alvenaria (caso 1) mostrou algumas necessidades de adaptação da proposta inicial, apresentadas a seguir:

- a) optou-se por não fazer a classificação macro das etapas do modelo de processo de projeto para produção entre as fases de projeto, obra e retroalimentação. Entende-se que o caráter integrador do projeto para produção perde o sentido quando se faz esta diferenciação estanque;
- b) verificou-se que a retroalimentação, indicada apenas na etapa final do fluxo, ocorre ao longo de todas as etapas do modelo, através da documentação de registro e controle que compõe o BTC;
- c) julgou-se pertinente unir as etapas de implantação e acompanhamento, devido à intrínseca relação e semelhança de atividades existente entre elas;
- d) considerou-se que a etapa de análise de desempenho não deveria contemplar a análise do subsistema, pois entende-se que este tipo de análise compete a um estudo de pós-ocupação, que não compreende o objetivo da pesquisa.

A transição do modelo inicial para o modelo final ocorreu em paralelo ao processo de utilização, após a aplicação ao caso 1 (sequência de alvenaria estrutural) e antes da aplicação ao caso 2 (colocação de peitoril de janelas). A intervenção realizada no modelo inicial consistiu em adaptar as possibilidades de melhoria identificadas no caso 1 a fim de consolidar o modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto, que consiste na proposta desta pesquisa.

O modelo final está estruturado em seis etapas: anteprojeto, detalhamento, análise crítica, implantação e acompanhamento, análise de desempenho e retroalimentação. Embora a retroalimentação do BTC deva ocorrer ao longo de todas as etapas do modelo, manteve-se uma etapa final específica de retroalimentação como forma de registro final de fechamento de um projeto. O sequenciamento das etapas está apresentado na Figura 63.

Figura 63 – Modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto



Fonte: da autora (2015).

Os dados de entrada da etapa de anteprojeto estão descritos no Quadro 8.

### Quadro 8 – Dados de entrada da etapa de anteprojeto

<b>ETAPA A - ANTEPROJETO</b>
<b>DADOS DE ENTRADA</b>
▪ normas, artigos técnicos, manuais e outras publicações sobre o subsistema em análise;
▪ estudo de nova tecnologia a ser implantada, quando houver;
▪ informações de consultores e fornecedores de materiais e componentes;
▪ procedimentos executivos na construtora inerentes ao subsistema contemplado no projeto para produção;
▪ programa de necessidades, diretrizes de projeto conforme a linha de empreendimento e diretrizes de padronização gráfica da construtora;
▪ informações coletadas em visitas a obras, observação da execução do subsistema em obra, discussão com membros da produção;
▪ informações da logística da obra, informações do planejamento da obra, meta de prazo e produção do subsistema do projeto, plano de ataque da obra com a estratégia de execução e projeto do canteiro de obras;
▪ diretrizes do projeto para produção e escopo mínimo deste projeto (consulta ao BTC: se já houver, pode ser incrementado; se não houver, deve ser desenvolvido);
▪ projetos legais ou pré-executivos: arquitetura, estrutura, instalações, segurança, prevenção contra incêndio, outros.
▪ memorial descritivo da obra e memoriais dos projetos, se houver.

Fonte: da autora (2015).

As atividades e os produtos gerados nesta etapa estão respectivamente no Quadro 9 e no Quadro 10.

### Quadro 9 - Atividades da etapa de anteprojetos

<b>ATIVIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisa bibliográfica sobre o subsistema do projeto para produção e as alternativas tecnológicas disponíveis; buscar manuais de boas práticas sobre as técnicas construtivas, normas regulamentadoras, requisitos de desempenho, artigos e trabalhos publicados, recomendações de fornecedores, etc;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pesquisa sobre uma nova tecnologia a ser implantada, quando houver: busca de materiais já publicados sobre o assunto, informações de fornecedores e consultores no assunto, visitas a obras em que já se aplica a tecnologia, etc.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ análise de documentos: verificar os procedimentos executivos (instruções de serviço) da construtora e as fichas de verificação dos serviços; analisar os programas de necessidades, diretrizes de projetos e de padronização gráfica;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>benchmarking</i> interno: realização de visitas à obra para coleta de informações em campo; observar a execução, questionar a liderança de obra e os executores, discutir possibilidades de melhoria;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>benchmarking</i> externo: pesquisar como o subsistema é executado em outras construtoras e outras regiões;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ levantamento de definições básicas das características do projeto e seus componentes (diretrizes do BTC);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ análise crítica e conceitual dos projetos legais ou pré-executivos em desenvolvimento das demais especialidades: identificação de interferências em relação ao subsistema do projeto para produção; registro das incompatibilidades e solicitação aos projetistas dos ajustes e correções necessárias; análise dos memoriais existentes;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ análise de informações de logística e planejamento da obra: verificação da meta de prazo e produção do subsistema do projeto, verificação da interferência com outras etapas do planejamento, discussão com a equipe de produção sobre a interferência da logística no projeto para produção;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ elaboração do anteprojetos para produção do subsistema escolhido;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ realização de reunião com a equipe de obras para apresentação prévia do projeto e discussão do detalhamento;</li> </ul>

Fonte: da autora (2015).

### Quadro 10 - Produtos gerados na etapa de anteprojetos

<b>PRODUTOS GERADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ registro da análise crítica e conceitual dos projetos legais ou pré-executivos enviados aos projetistas para correção;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ registro das definições básicas do escopo do projeto e seus componentes;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ projeto para produção em caráter prévio (anteprojetos);</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ informações para retroalimentação do planejamento da obra;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ registro das sugestões e críticas dos representantes da produção;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ lista dos procedimentos executivos que precisam ser desenvolvidos ou ajustados;</li> </ul>

Fonte: da autora (2015).

Os dados de entrada, as atividades e os produtos gerados na etapa de detalhamento são apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de detalhamento

<b>ETAPA B - DETALHAMENTO</b>	
<b>DADOS DE ENTRADA</b>	
▪	PRODUTOS da etapa de ANTEPROJETO;
▪	projetos executivos em desenvolvimento: arquitetura, estrutura, instalações, segurança, prevenção contra incêndio, outros.
▪	projeto prévio do canteiro de obras com definição de equipamentos de transporte, áreas de estoque e centrais de produção, áreas de descarga e movimentação;
▪	check list de escopo do projeto para produção preenchido, no caso de projetos que retornam da análise crítica com necessidades de ajustes;
<b>ATIVIDADES</b>	
▪	análise crítica e conceitual dos projetos executivos em desenvolvimento das demais especialidades: identificação de interferências em relação ao subsistema do projeto para produção; registro das incompatibilidades e solicitação aos projetistas dos ajustes e correções necessárias;
▪	levantamento e desenvolvimento dos detalhes e das especificações técnicas de projeto para produção, consolidando a tecnologia de produção considerada;
▪	visitas à obra para reuniões de discussão do projeto e da técnica construtiva com os líderes de produção e com os executores;
▪	elaboração do detalhamento do projeto para produção do subsistema escolhido. Quando necessário também pode ser elaborado um caderno de detalhes;
▪	elaboração dos procedimentos executivos e fichas de verificação necessários à implantação do projeto para produção;
▪	realização de reunião com a equipe de obras para apresentação do projeto e procedimentos;
▪	ajustes no detalhamento do projeto para produção conforme sugestões dos representantes da produção;
<b>PRODUTOS GERADOS</b>	
▪	registro da análise crítica e conceitual dos projetos executivos enviados aos projetistas para correção;
▪	registro das definições de detalhamento do projeto e seus componentes;
▪	registro das sugestões e críticas dos representantes da produção;
▪	projeto para produção detalhado e finalizado;
▪	procedimentos executivos e fichas de verificação finalizadas;

Fonte: da autora (2015).

Os dados de entrada, as atividades e os produtos gerados na etapa de análise crítica são apresentados no Quadro 12 e da etapa de implantação e acompanhamento no Quadro 13.

Quadro 12 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de análise crítica

<b>ETAPA C - ANÁLISE CRÍTICA</b>	
<b>DADOS DE ENTRADA</b>	
▪ PRODUTOS da etapa de DETALHAMENTO;	
<b>ATIVIDADES</b>	
▪ elaboração de <i>check list</i> de avaliação do projeto para os casos ainda não registrados no BTC da construtora;	
▪ para os tipos de projeto já registrados - aplicação do <i>check list</i> do BTC: verificação do projeto em relação à tecnologia de produção, às condições de obra (cultura construtiva da empresa) e ao escopo básico;	
▪ realização de ajustes nos projetos e procedimentos (o projeto retorna à etapa de DETALHAMENTO).	
<b>PRODUTOS GERADOS</b>	
▪ <i>check list</i> de escopo do projeto preenchido com as observações de ajustes, indicando a liberação para obra ou a necessidade de revisão.	
▪ <i>check list</i> padrão de escopo do projeto, para os projetos ainda não registrados no BTC.	
▪ projeto para produção e procedimentos corrigidos e prontos para liberação.	

Fonte: da autora (2015).

Quadro 13 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de implantação e acompanhamento

<b>ETAPA D - IMPLANTAÇÃO E ACOMPANHAMENTO</b>	
<b>DADOS DE ENTRADA</b>	
▪ projeto para produção detalhado e finalizado;	
▪ caderno extra de detalhes e memorial, quando houver;	
<b>ATIVIDADES</b>	
▪ disponibilização do projeto para produção para a obra e demais setores da construtora (orçamento, planejamento, departamento comercial) através do sistema web de gerenciamento de arquivos;	
▪ apresentação do projeto para produção à equipe de obras (liderança e executores);	
▪ treinamento da mão de obra, quando necessário;	
▪ visitas à obra: acompanhamento do uso do projeto para produção, prestando assistência quando necessário; coleta de informações, sugestões da mão de obra, pontos de atenção e fotos;	
▪ acompanhamento e análise da realização de protótipos e ensaios, quando aplicável;	
▪ redefinições e revisão do projeto, quando necessário;	
▪ registro de eventuais incompatibilidades notadas na interface do projeto para a produção com os projetos das demais disciplinas e reporte ao coordenador de projetos;	
<b>PRODUTOS GERADOS</b>	
▪ registro no BTC da disponibilização, apresentação, treinamento sobre o projeto para produção, bem como críticas e sugestões de melhoria adquiridas ao longo das visitas de acompanhamento.	

Fonte: da autora (2015).

Os dados de entrada, as atividades e os produtos gerados nas duas últimas etapas do modelo proposto, análise de desempenho e retroalimentação, estão descritos no Quadro 14 e no Quadro 15, respectivamente.

Quadro 14 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de análise de desempenho

<b>ETAPA E - ANÁLISE DE DESEMPENHO</b>
<b>DADOS DE ENTRADA</b>
▪ acompanhamento da utilização do projeto para produção em obra;
<b>ATIVIDADES</b>
▪ análise do desempenho do projeto para produção após a finalização da execução da etapa de obra a que se refere, sob o ponto de vista do projetista e do representante da produção (líder da obra);
<b>PRODUTOS GERADOS</b>
▪ <i>check list</i> preenchido da análise de desempenho do projeto sob o ponto de vista do projetista;
▪ <i>check list</i> preenchido da análise de desempenho do projeto sob o ponto de vista do representante da produção;

Fonte: da autora (2015).

Quadro 15 - Dados de entrada, atividades e produtos da etapa de retroalimentação

<b>ETAPA F - RETROALIMENTAÇÃO</b>
<b>DADOS DE ENTRADA</b>
▪ PRODUTOS da etapa de ANÁLISE DE DESEMPENHO;
▪ experiência vivenciada pelo projetista, desde a elaboração à análise de desempenho.
<b>ATIVIDADES</b>
▪ registro final de todas as informações de análise do projeto, incluindo críticas, sugestões, deficiências, pontos de atenção, alterações para próximos projetos, possibilidades de melhoria, entre outras.
<b>PRODUTOS GERADOS</b>
▪ revisão dos documentos de controle com base nas informações coletadas;
▪ indicação de novos projetos para produção de outros pontos e subsistemas da edificação;
▪ informações de retroalimentação para o <i>check list</i> de análise crítica do projeto arquitetônico utilizado pelo setor de Projetos.

Fonte: da autora (2015).

Em complementação às informações dos quadros apresentados anteriormente, algumas observações são válidas:

- a) ao longo do desenvolvimento dos projetos para produção, é importante que o projetista siga uma rotina de visitas à obra. Sugere-se a periodicidade mínima de uma visita por semana, que pode ser aumentada ou diminuída conforme o subsistema considerado e sua velocidade de execução;

- b) é importante que a construtora possua um *check list* de verificação para cada tipo de projeto para produção e suas particularidades. Caso a construtora não possua esta documentação, o que é o caso da construtora foco da aplicação desta pesquisa, a elaboração destes *check lists* pode acontecer ao longo do desenvolvimento de cada tipo de projeto para produção e partir do *check list* Escopo dos projetos para produção, já apresentado no item 4.6 deste trabalho;
- c) para garantir que não haverá discrepâncias entre o cronograma da obra e as informações propostas no projeto para produção, é fundamental que as etapas de elaboração do projeto atuem em paralelo ao planejamento da obra, gerando troca de dados de entrada e saída;
- d) conforme já afirmava Melhado (1994) o BTC é o caminho para a evolução tecnológica da empresa. A criação de uma memória construtiva é um recurso que deve ser explorado e incorporado à estrutura organizacional, sendo constantemente complementado até que se torne uma fonte de referência atualizada e suficiente às necessidades da empresa construtora. Esta afirmação de Melhado (1994) permite que se considere coerente que o fluxo de projetos para produção proposto nesta pesquisa seja estruturado de forma cíclica e não unidirecional, visto que as análises dos projetos desenvolvidos alimentarão as diretrizes para novos projetos e assim sucessivamente, num constante ciclo PDCA.

## 5.2 INSERÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO NO PROCESSO DE PROJETOS DA CONSTRUTORA FOCO DA ANÁLISE

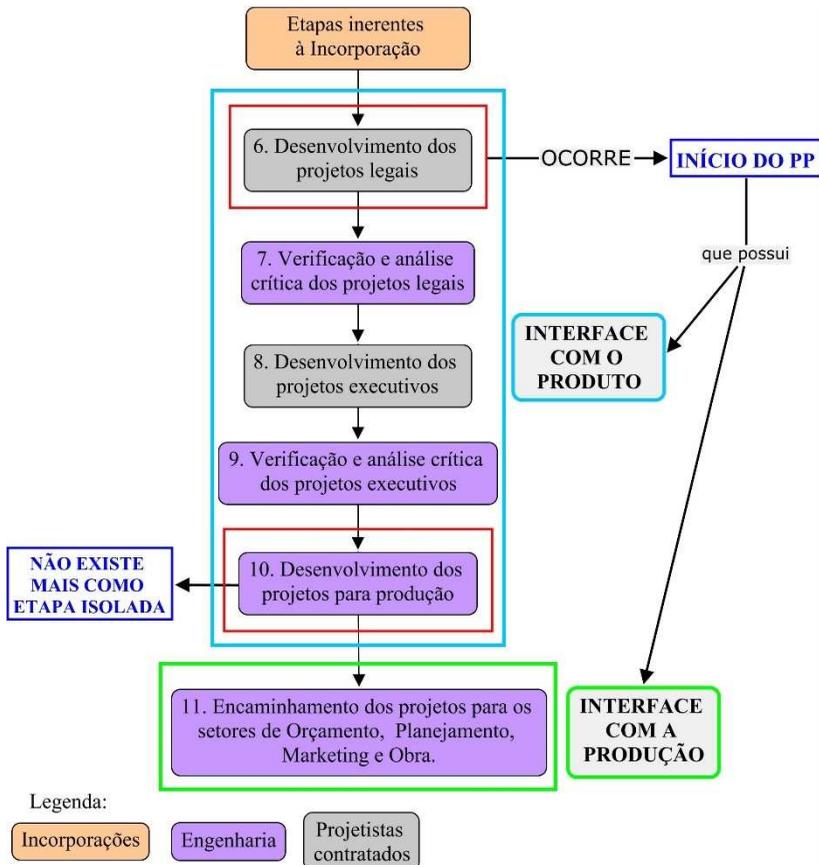
Como o método do modelo deve ser coerente com a cultura construtiva da empresa onde será adotado, a utilização do modelo proposto nos processos da construtora foco da aplicação desta pesquisa não tem o intuito de modificar a estrutura já consolidada do processo de projetos existente. Entretanto, mesmo que este processo carregue características fortes da visão tradicional, com projetos estanques e sequenciais, entende-se que a sistematização da elaboração e utilização dos projetos para produção possa incentivar a simultaneidade dos projetos e contribuir para o fortalecimento e a consolidação da visão da engenharia simultânea, culminando com a implementação do BIM na construtora.

### **5.2.1 Momento da elaboração do projeto para produção**

Na proposta desta pesquisa, os projetos para produção deixam de ser uma disciplina isolada e estaque dentro do processo de projetos, tal como fora descrito no item 4.2, para atuar em paralelo às etapas do fluxo de projetos existente. Este paralelismo contribui para o início de uma mentalidade voltada à simultaneidade dos projetos e chama a atenção para a necessidade de compatibilização não apenas na interface com o produto, através do projeto dos demais subsistemas e suas interferências, mas também na interface com a produção e os procedimentos executivos.

Embora em alguns casos o projeto para produção possa ser iniciado junto aos projetos executivos, o início ideal dos estudos do projeto para produção é junto ao desenvolvimento dos projetos legais, a fim de que se possa aproveitar ao máximo seu potencial compatibilizador e adquirir o maior número de informações necessárias ao seu desenvolvimento. Como exemplo desta situação pode-se citar o projeto para produção da sequência de alvenaria estrutural, que constitui uma das aplicações desta pesquisa. Os ajustes na arquitetura da torre com fins de racionalização da execução da alvenaria estrutural foram realizados antes da aprovação das plantas nos órgãos competentes, o que tornou necessário o início dos estudos já na fase de desenvolvimento dos projetos legais. A inserção do projeto para produção no fluxo de projetos da construtora pode ser observada na Figura 64.

Figura 64 - Inserção dos projetos para produção no fluxo de projetos



Fonte: da autora (2015).

### 5.2.2 O local e os responsáveis pela elaboração do projeto para produção

É importante que os projetos para produção sejam realizados internamente à construtora, por profissionais integrados ao processo executivo e conhecedores da cultura construtiva da empresa. Não há distinção entre formação em arquitetura ou engenharia civil, desde que o profissional possua uma rotina de visitas constantes à obra, o que lhe permite discutir as boas práticas, incorporá-las aos projetos e entender as dificuldades vividas pelas equipes de execução.

O projetista para produção pode ser um analista de projetos ou um estagiário do setor de Projetos que apresente bom desempenho técnico. É importante também que esteja subordinado ao coordenador de projetos a fim de facilitar a troca de informações com os projetistas dos demais subsistemas e a retroalimentação das informações. Além da rotina de visitas e acompanhamento às obras, o projetista do projeto para produção deve possuir um perfil com certas habilidades desejáveis à função, tais como:

- a) facilidade de comunicação e transmissão de informações, principalmente com a mão de obra;
- b) conhecimento básico de construção civil e do sequenciamento de atividades na obra;
- c) interesse pelas atividades que ocorrem no canteiro de obras;
- d) conhecimento do processo construtivo e da cultura da empresa construtora;
- e) facilidade para interpretar e analisar projetos;
- f) facilidade para lidar com problemas multidisciplinares;
- g) capacidade de propor soluções inovadoras e alternativas para solucionar problemas de interface entre projetos e entre o projeto e a execução;
- h) conhecimento de materiais e componentes da construção civil;
- i) conhecimento e entendimento da Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013);
- j) conhecimento das normas técnicas da ABNT inerentes às técnicas construtivas consideradas nos projetos;
- k) agilidade na interpretação e validação das soluções;

### 5.3 O BANCO DE TECNOLOGIA CONSTRUTIVA E OS DOCUMENTOS DE CONTROLE

O modelo proposto nesta pesquisa prevê que alguns dados de entrada sejam informações integrantes do BTC da construtora. A estrutura do modelo prevê também que ao longo da execução das etapas sejam adicionados ao Banco as informações relevantes inerentes ao projeto para produção, contribuindo assim para o registro de falhas e oportunidades de melhoria e, conseqüentemente, para o aprimoramento dos próximos projetos. É importante, portanto, que haja uma sistematização destes registros, a fim de padronizar as informações no Banco. Diante dessa necessidade, a presente pesquisa também propõe alguns documentos de registro e controle, a serem utilizados ao longo do

processo de projeto para produção, conforme a informação a ser registrada. São propostos os seguintes documentos:

- a) **Histórico do projeto:** é o documento que vai receber os registros de elaboração e utilização dos projetos nos empreendimentos. É importante que seja consultado sempre que um novo projeto para produção for elaborado, a fim de que se possa melhorar as informações transmitidas para obras anteriores. Este documento (Figura 65) deve ser alimentado ao longo de todas as etapas do fluxo de projetos para produção.

Figura 65 - Documento Histórico de projeto

PROJETO PARA PRODUÇÃO:		Sequência de alvenaria	
<p><b>Orientações:</b> Este documento deve ser preenchido com os registros ao longo do processo de projeto e utilização em obra. Devem ser registrados: críticas, sugestões e possibilidades de melhoria, lições aprendidas, erros encontrados, entre outras informações. Ao final do registro, indicar a necessidade de: novos procedimentos executivos, alteração de diretrizes de logística, redefinições e correções do projeto, entre outros.</p>			
<b>UTILIZAÇÃO NA OBRA:</b>	(nome da obra)		
<b>MUNICÍPIO:</b>	(município)		
<b>INÍCIO DA OBRA:</b>	(data)		
<b>TÉRMINO DA OBRA:</b>	(status)		
TIPO DE CONTATO	LOCAL	DATA	RESPONSÁVEL
Reunião presencial	Escritório sede	(data)	(nome)
REGISTROS			
Listar os principais acontecimentos relacionados ao projeto.			
TIPO DE CONTATO	LOCAL	DATA	RESPONSÁVEL
Reunião presencial	Escritório sede	(data)	(nome)
REGISTROS			
Listar os principais acontecimentos relacionados ao projeto.			

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

- b) **Análise crítica dos projetos:** é o documento onde são registrados os itens elencados na análise crítica dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações, no momento de elaboração do projeto para

produção. O documento de análise crítica (Figura 66) deve ser complementado com imagens e projetos em que são realizados os apontamentos de incompatibilidade para posterior envio aos projetistas.

Figura 66 - Documento análise crítica dos projetos

#### INTERFERÊNCIA DE OUTRAS DISCIPLINAS NO PROJETO PARA PRODUÇÃO

**PROJETO PARA PRODUÇÃO:** Sequência de alvenaria

**Orientações:** Este documento deve ser preenchido com os registros da análise crítica e conceitual dos projetos legais e executivos relacionados ao projeto para produção em desenvolvimento. Devem ser anotadas as relações de interferência e as necessidades de ajustes para adaptação.

DISCIPLINA DO PROJETO	FASE	DATA DA ANÁLISE	NOME DO ARQUIVO
Arquitetura	AP	(data)	-
OBSERVAÇÕES			

Responsável pela análise: (nome)

DISCIPLINA DO PROJETO	FASE	DATA DA ANÁLISE	NOME DO ARQUIVO
Estrutural	AP	(data)	
OBSERVAÇÕES			

Responsável pela análise: (nome)

DISCIPLINA DO PROJETO	FASE	DATA DA ANÁLISE	NOME DO ARQUIVO
Elétrico e Comunicação	AP	(data)	x
OBSERVAÇÕES			

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

- c) **Registro de dados técnicos:** é o documento que contém as diretrizes do projeto para produção em relação às interfaces com os demais projetos (Figura 67) e as recomendações de como deve ser elaborado. Consiste nas informações básicas de consulta ao iniciar o desenvolvimento de um novo projeto para produção e deve ser constantemente atualizado conforme as técnicas construtivas vigentes da construtora. É importante que na última etapa do modelo, a retroalimentação, estas diretrizes sejam

checadas a fim de garantir que todas as observações pertinentes foram acrescentadas às diretrizes.

Figura 67 - Documento registro de dados técnicos

PROJETO PARA PRODUÇÃO:	Sequência de alvenaria
<p><b>Orientações:</b> Este documento deve ser preenchido com os registros de dados técnicos do projeto ao longo do processo de seu desenvolvimento e as diretrizes para sua elaboração. Algumas premissas do projeto surgem ao longo da análise crítica e conceitual das demais disciplinas de projeto.</p>	
DIRETRIZES DE PROJETO	
ESTRUTURA	Listar aqui as diretrizes.
ALVENARIA ESTRUTURAL	Listar aqui as diretrizes.
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	Listar aqui as diretrizes.
PROJETO ELÉTRICO E DE COMUNICAÇÃO	Listar aqui as diretrizes.
PROJETO HIDROSSANITÁRIO	Listar aqui as diretrizes.
PROJETO PREVENTIVO DE INCÊNDIO	Listar aqui as diretrizes.

#### DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

- d) **Check list – análise crítica:** é o documento utilizado como avaliação do projeto para produção na etapa de análise crítica (Figura 68). Este documento deve ser preenchido para todos os projetos e arquivadas suas observações, a fim de que sirvam de informações de entrada na elaboração dos novos projetos. Os *check lists* de verificação devem ser elaborados para os projetos para produção na medida em que forem sendo desenvolvidos nesta nova metodologia proposta;

Figura 68 - Exemplo de *check list* de análise crítica**CHECK LIST DO ESCOPO GERAL DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO**

**Orientações:** Este documento deve ser preenchido com os registros da aplicação do check list aos aspectos do projeto desenvolvido. Este documento deve ser adaptado aos check lists de verificação dos diversos tipos de projetos para produção a serem desenvolvidos na construtora.

PROJETO ELABORADO POR: (nome)  
 CHECK LIST APLICADO POR: (nome)  
 DATA: xx/xx/xxxx

Que informações o projeto deve conter para ser considerado um projeto para produção?		
ITEM	DESCRIÇÃO	STATUS
1	Definição das técnicas construtivas (ou métodos construtivos).	NA
2	Definição e projeto do processo de produção: o como fazer, antecipa a forma de produção (diretrizes).	NA
3	Informações sobre a disposição e a sequência de execução das atividades de obra (planejamento de etapas).	NA
4	Informações sobre frentes de serviço (mão de obra).	NA
5	Características do edifício que está sendo executado, em nível de detalhe superior ao de especificação genérica.	NA
6	Soluções adaptadas à cultura construtiva e à tecnologia construtiva da empresa.	NA
7	Definições conceituais do projeto para produção integradas às definições do produto.	NA
8	As soluções para a execução estão integradas às decisões da equipe de obras sobre equipamentos, frentes de serviço e gestão de estoques.	NA
9	Desenhos de detalhes construtivos especiais, tais como formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais; detalhes especiais de montagem, fixação, acabamento, detalhe de embutimento, moldagem entre outros detalhes (escala adequada).	NA
10	Sequência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção (como prumadas de instalações, vão de esquadrias, entre outros); detalhes de colocação de componentes especiais.	NA
11	Detalhes para fabricação de componentes pré-moldados, tais como vergas e contravergas; detalhes de fabricação de peças especiais.	NA
12	Definição da execução dos componentes produzidos em obra.	NA

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

- e) **Documento de análise de desempenho:** consiste em um questionário a ser preenchido pelo projetista autor do projeto para produção e outro questionário a ser respondido pela equipe de produção, representada pelo líder de obra. Estes questionários (Figura 69) ajudarão a apontar as possibilidades de melhoria do projeto para produção e sua retroalimentação no BTC. Este questionário consiste em uma avaliação binária dos itens elencados.

Figura 69 - Exemplo de documento de análise de desempenho

**ANÁLISE DE DESEMPENHO DO PROJETO PARA PRODUÇÃO - OBRA**

**Orientações:** Este documento deve ser preenchido com os registros da avaliação do desempenho do projeto para produção, após sua utilização em obra.

PROJETO ELABORADO POR:	(nome)
AValiação REALIZADA POR:	(nome)
DATA:	xx/xx/xxxx

Que informações o projeto deve conter para ser considerado um projeto para produção?			
ITEM	DESCRIÇÃO	SIM	NÃO
1	O projeto define o processo de produção, ou seja, o como fazer, antecipando a forma de produção?		
2	As soluções são adaptadas à cultura construtiva e à tecnologia construtiva da empresa?		
3	As soluções para a execução estão integradas às decisões da equipe de obras sobre equipamentos, frentes de serviço e gestão de estoques?		
4	O projeto contém os desenhos necessários de detalhes construtivos especiais, tais como formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais; detalhes especiais de montagem, fixação, acabamento, detalhe de embutimento, moldagem entre outros?		
5	O projeto mostra a sequência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção (como prumadas de instalações, vão de esquadrias, entre outros)?		
6	O projeto apresenta a especificação e caracterização de materiais e componentes, fornecendo opções ?		
7	Estão claros os limites de tolerância para a execução?		
8	O projeto define o posicionamento de acessórios para execução das tarefas e do uso de equipamentos?		
9	O projeto facilitou a execução do subsistema?		
10	O projeto estava compatível com os demais projetos da obra?		
11	O desenvolvimento do projeto envolveu a equipe de obras através de visitas do projetista e discussões?		
12	Houve treinamento da equipe de obras em relação ao projeto?		
13	É necessário que haja treinamento para utilização desse projeto?		
14	O projeto precisa de ajustes para as próximas obras?		

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

A sugestão dos documentos de registro e controle, em complementação às atividades do modelo, permite o início da estruturação de um BTC na construtora foco da análise. A ideia é que seja estipulado um local único no servidor da construtora que possa alocar as informações relacionadas às diretrizes dos projetos para produção e seu histórico de utilização. Na medida em que novos projetos forem sendo elaborados, é fundamental que se tenha uma disciplina de cadastramento e registro, a fim de garantir a melhoria contínua nos projetos e seus processos.



## 6 APLICAÇÃO E RESULTADOS

Este capítulo apresenta a aplicação e os resultados do estudo de caso realizado em construtora do norte de Santa Catarina. O estudo de caso consiste na utilização do modelo proposto para a elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria e para o projeto para produção de colocação de peitoril de janelas, ambos no processo construtivo de alvenaria estrutural em blocos de concreto. O capítulo ainda apresenta os pontos elencados como oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico.

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

As aplicações do modelo proposto ocorreram em dois empreendimentos de uma mesma linha de produto da construtora foco do estudo, localizados na região norte do estado de Santa Catarina. Os itens seguintes apresentam a caracterização destas obras.

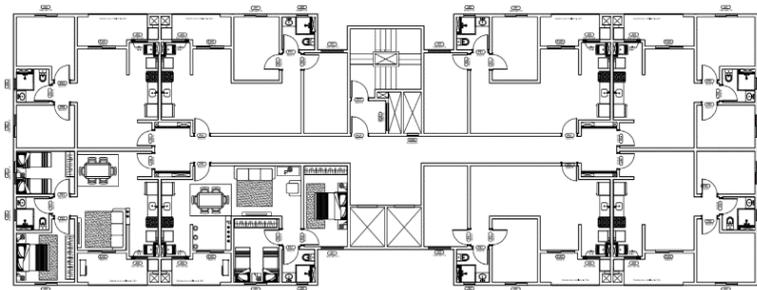
#### 6.1.1 Empreendimento A

O empreendimento A foi foco da aplicação do projeto para produção da sequência de alvenaria estrutural. No início de 2015 estavam em andamento na obra os serviços iniciais de movimentação de terra, execução de contenção, drenagem e instalações provisórias.

O empreendimento A é composto por duas torres de apartamentos de doze pavimentos e uma torre de garagem. A torre de apartamentos é formada por um pavimento térreo com sete apartamentos e uma área comum e onze pavimentos tipo iguais. O *layout* do pavimento tipo possui duas variações de apartamentos, sendo quatro deles do tipo 1 e quatro do tipo 2, totalizando oito apartamentos por pavimento.

O processo construtivo do empreendimento A é composto de alvenaria estrutural em blocos de concreto. As lajes são pré-moldadas maciças de concreto, produzidas em uma central fora do canteiro e transportadas à obra para montagem no pavimento. Também estão incorporadas nesta obra outras peças pré-moldadas de vigas, vergas, contra vergas e outros pré-moldados auxiliares.

A Figura 70 e a Figura 71 mostram o *layout* humanizado do pavimento tipo e a fachada do empreendimento foco da aplicação do estudo, respectivamente.

Figura 70 - *Layout* pavimento tipo humanizado

Fonte: cedida pela construtora (2015).

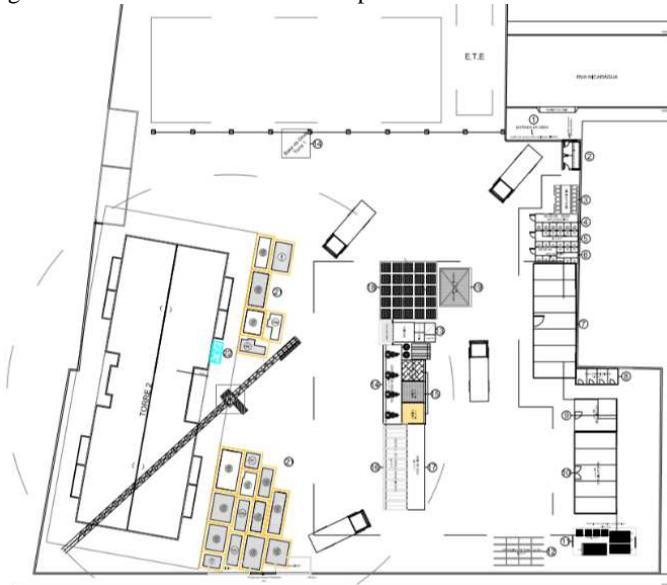
Figura 71 – Fachada do empreendimento A



Fonte: cedida pela construtora (2015).

O projeto do canteiro de obras prevê estoques de blocos, local para centrais de argamassa e graute, estoque de cimento e áreas de circulação para movimentação dos materiais. Uma das etapas do canteiro de obras é apresentada na Figura 72. Os equipamentos de transporte utilizados são a grua de torre fixa e o elevador do tipo cremalheira, instalado no poço do elevador social da torre.

Figura 72 - Canteiro de obras do Empreendimento A



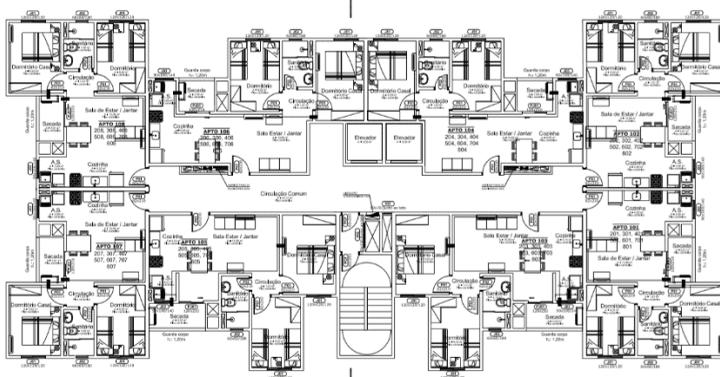
Fonte: cedida pela construtora (2015).

### 6.1.2 Empreendimento B

O empreendimento B da construtora foi foco da aplicação do modelo na elaboração e utilização do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas. No período de acompanhamento da utilização do projeto para produção, executava-se na obra a estrutura das torres de apartamentos.

O empreendimento B é composto por duas torres de apartamentos de nove pavimentos e não há torre de garagens, sendo as vagas térreas. A torre de apartamentos é formada por um pavimento térreo com oito apartamentos e oito pavimentos tipo iguais. O *layout* do pavimento tipo possui três variações de apartamentos, dispostos conforme a Figura 73. A fachada do empreendimento pode ser vista na Figura 74.

Figura 73 - *Layout* pavimento tipo humanizado



Fonte: cedida pela construtora (2015).

Figura 74 – Fachada do empreendimento foco do estudo piloto



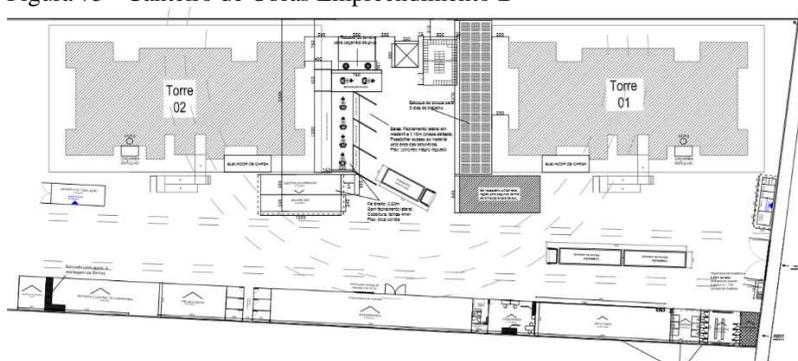
Fonte: cedida pela construtora (2015).

O processo construtivo do empreendimento B consiste em alvenaria estrutural em blocos de concreto. Ao contrário do empreendimento A, as lajes maciças de concreto e as vigas são moldadas *in loco*. Elementos menores como vergas e peças de ventilação do gás são pré-moldados fora do canteiro e transportados à obra.

No projeto do canteiro de obras do empreendimento B há previsão para estoque de blocos, local para centrais de argamassa de assentamento, graute, estoque de agregados, cimento e áreas de circulação para movimentação dos materiais. Como transporte vertical a

obra utiliza a grua de torre fixa e o elevador cremalheira, instalado externamente à torre de apartamentos. A Figura 75 mostra a primeira fase do canteiro de obras.

Figura 75 - Canteiro de Obras Empreendimento B



Fonte: cedida pela construtora (2015).

## 6.2 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE SEQUÊNCIA DE ALVENARIA ESTRUTURAL

Este item apresenta as etapas de elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria estrutural, descrevendo detalhadamente as atividades realizadas ao longo das etapas de anteprojecto, detalhamento e análise crítica.

O projeto de sequência de alvenaria estrutural tomou como base um dos projetos desenvolvidos por Chalita (2010) em seu estudo sobre alvenarias de vedação. Em seu trabalho, Chalita (2010) propõe uma Planta de distribuição geral da produção que define, dentro do ciclo de produção adotado, a sequência executiva das paredes, por dia de produção. Desta planta originam-se Plantas de distribuição da produção, que são desmembramentos em cada dia do ciclo de produção.

A principal diferença entre o projeto proposto por Chalita (2010) e o projeto proposto nesta pesquisa é que este último não apresenta o quantitativo e a disposição dos paletes de bloco, volume de argamassa e graute. Devido à existência na construtora, em paralelo, de um projeto de logística e movimentação de materiais ao pavimento, a construtora optou por deixar as informações de quantitativos e deposições de materiais nesta planta, e não no projeto de sequência de alvenaria.

Entende-se, dessa forma, que esta é uma das adaptações dos conceitos de projeto para produção à cultura construtiva da empresa.

Além disso, na proposta de Chalita (2010) o projeto para produção da alvenaria de vedação parte do zero, ou seja, da arquitetura e da estrutura de concreto armado do empreendimento, sem haver qualquer indicação de disposição da alvenaria. Já o projeto para produção de sequência de alvenaria estrutural proposto neste trabalho, parte do projeto estrutural que já prevê a modulação de primeira e segunda fiadas, bem como as elevações das paredes e compatibilizações de elétrica e hidráulica. Dessa forma, a função do projeto para produção desta pesquisa está na organização do processo de execução e não propriamente no projeto do produto alvenaria.

Na proposta de Chalita (2010) a execução é dividida por dias de produção, mas em cada dia não é feita a separação das equipes, ou seja, não há indicação de qual parede deve ser atacada por quem. Esta diferenciação é apresentada no projeto elaborado nesta pesquisa, entendendo-se que esta organização seja importante para garantir que a produção diária esteja equilibrada e todas as paredes recebam a devida atenção e no momento necessário.

### **6.2.1 Anteprojeto**

As primeiras atividades em relação ao projeto para produção da sequência de alvenaria iniciaram no primeiro trimestre de 2014, ao longo do desenvolvimento dos projetos legais de arquitetura, instalações e prevenção contra incêndio do empreendimento A. A análise destes projetos permitiu o desenvolvimento da primeira etapa do processo proposto: anteprojeto. Ao longo desta etapa percebeu-se que a realização de um anteprojeto de sequência de alvenaria com base apenas no projeto arquitetônico não seria adequada, visto que muitos atributos do projeto estão relacionados às diretrizes do projeto estrutural. Assim, julgou-se conveniente estender a etapa de anteprojeto do projeto para produção até o momento de desenvolvimento dos projetos pré-executivos estruturais, para então utilizá-los como uma das informações de entrada.

Após a realização da pesquisa bibliográfica sobre o subsistema do projeto para produção, procurou-se agregar ao projeto os conceitos relacionados às lajes, vigas, escadas e sacadas pré-moldadas que constituíram a nova tecnologia a ser implantada na obra. Estudou-se então o processo destes pré-moldados, desde sua produção até o momento de colocação e se incorporou ao projeto de sequência de

execução da alvenaria estrutural as premissas e requisitos que a ela se aplicam. Estes requisitos, discutidos com o planejamento da obra, estão indicados a seguir:

- a) as vigas pré-moldadas devem estar posicionadas um dia antes da colocação das lajes e sacadas pré-moldadas;
- b) a alvenaria deve estar corretamente grauteada (vertical e horizontalmente) um dia antes da colocação das vigas pré-moldadas e das peças de escada pré-moldada;
- c) para que as premissas anteriores sejam atendidas, é necessário priorizar a execução das alvenarias da região da escada e das regiões sob as vigas pré-moldadas;

Em paralelo ao estudo da nova tecnologia, verificou-se os procedimentos executivos já existentes na construtora sobre a execução da alvenaria estrutural (instruções de serviço, fichas de verificação) bem como agrupou-se as informações sobre as diretrizes do produto e de padronização gráfica. Devido à nova tecnologia de pré-moldados, notou-se a necessidade de revisão dos procedimentos da alvenaria estrutural, a fim de que fossem incorporadas as características e requisitos dos pré-moldados.

Nos meses de junho, julho e agosto de 2014 foram realizadas visitas a outras obras da construtora, também em alvenaria estrutural, a fim de coletar dados e informações em campo. As cinco obras visitadas possuíam as seguintes características gerais, algumas bastante semelhantes ao empreendimento A:

- a) alvenaria estrutural em blocos de concreto e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos;
- b) lajes maciças de concreto moldadas no local;
- c) pavimento tipo composto de oito apartamentos e área comum de circulação;

Nestas cinco obras foram observados os seguintes itens:

- a) como a mão de obra se organizava para a execução da alvenaria do pavimento e qual a origem das orientações desta organização;
- b) qual o consumo médio de materiais, de que forma e em qual frequência os bloqueiros e serventes eram abastecidos;
- c) quais as interferências das lajes moldadas *in loco* na alvenaria, desde a montagem das formas até a cura;
- d) de que forma a etapa de grauteamento poderia ser otimizada para gerar maior eficiência à execução da alvenaria;
- e) qual a influência dos equipamentos utilizados, incluindo os equipamentos de segurança, na execução da alvenaria (por exemplo o guarda-corpo metálico);

Ao longo das visitas e da busca de informações em campo, percebeu-se basicamente três estratégias diferentes de ataque da alvenaria no pavimento:

- a) iniciar a marcação e a elevação da alvenaria pelas paredes da periferia, a fim de permitir a telescopagem do guarda-corpo metálico de periferia, e em seguida executar as paredes das partes internas do pavimento;
- b) iniciar a marcação e a elevação da alvenaria pelos quatro apartamentos de um dos lados da torre, a fim de já liberar esta região para a montagem das formas das lajes e para dividir o momento de utilização de andaimes e outros equipamentos;
- c) marcar e elevar todo o pavimento ao mesmo tempo, sem priorizar alguma região em específico, distribuindo um bloqueio por apartamento.

O que se pôde também observar é que, independente da estratégia de ataque da alvenaria no pavimento, em todas as obras acompanhadas as orientações eram definidas pela mão de obra, através da figura do mestre ou do encarregado da alvenaria. Quando questionados sobre a justificativa da estratégia, a resposta estava relacionada a experiências anteriores de outras obras ou até mesmo a experiências de atraso da execução nos primeiros pavimentos da obra em questão, que geraram a necessidade de definição de uma nova estratégia. Esta é sem dúvida uma das maiores manifestações de decisão da mão de obra sobre a forma de execução dos serviços.

A comparação da execução do subsistema na construtora em análise com outras construtoras foi realizada através de discussões com consultorias externas, membros da produção que tiveram experiências anteriores com a alvenaria estrutural e visita técnica a uma obra de outra construtora.

Com as informações de pesquisa, análise de documentos internos, *benchmarking* interno e externo, iniciou-se a análise das informações do planejamento e logística da obra do empreendimento A, com objetivo de definir a estratégia de ataque da alvenaria no pavimento.

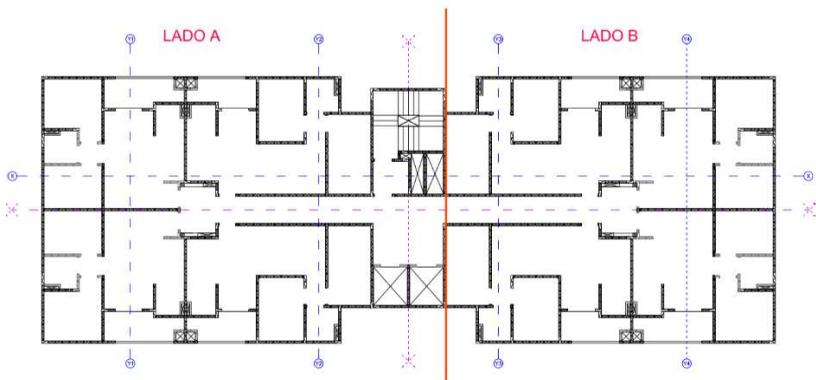
Em paralelo aos estudos da sequência de execução da alvenaria estrutural, havia na construtora uma frente de estudo da logística de abastecimento das atividades no pavimento. Estes estudos da construtora evidenciaram algumas características da produção que foram fundamentais à elaboração do projeto para produção.

A característica mais importante refere-se ao impacto da utilização da grua nas atividades do pavimento. Cada torre em execução teria como equipamento de transporte uma grua de torre fixa,

devidamente dimensionada para as cargas a serem utilizadas. Este equipamento seria o responsável pelo içamento dos materiais inerentes à alvenaria, tais como paletes de bloco, caçambas de argamassa e graute, e também faria o içamento das peças de pré-moldados com carga significativa, sendo elas vigas, escadas, sacadas e lajes.

O estudo da logística considerou todos os abastecimentos necessários ao pavimento, bem como o período de tempo que estes abastecimentos demandariam, e os distribuiu em dias de produção, a fim de que a grua pudesse atender as diferentes atividades de forma equilibrada e sem prejuízos a algum serviço. Este estudo dos tempos de grua resultou na informação de que não seria possível posicionar todas as lajes pré-moldadas em um mesmo dia, visto que esta diretriz acarretaria na parada de abastecimento dos materiais da alvenaria devido à permanente ocupação da grua. Para que a alvenaria ou a estrutura não fossem prejudicadas, o estudo da logística da construtora definiu como estratégia de ataque do pavimento que o mesmo seria dividido em duas partes e cada uma delas seria executada de forma independente. Assim, o lado A do pavimento seria formado por quatro apartamentos somados às áreas de escada, elevador e circulação e o lado B seria formado pelos quatro apartamentos restantes somados à região de circulação. A Figura 76 ilustra esta divisão esquemática.

Figura 76 - Posicionamento dos eixos e divisão do pavimento



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

Ao longo deste capítulo serão mostradas as etapas de desenvolvimento do projeto para produção considerando o lado A, que contempla a escada e os elevadores. Porém é importante comentar que todas as considerações foram feitas de forma análoga para o lado B.

Outra informação importante do estudo de logística e do planejamento da obra refere-se ao ciclo do pavimento, que foi definido em seis dias úteis para finalização de alvenaria e estrutura, com base em dados históricos da construtora e na meta de produtividade.

Após o estudo de logística ter definido a estratégia geral de ataque do pavimento, dividindo-se a torre em dois blocos, o projeto para produção da sequência de alvenaria iniciou a definição da estratégia de ataque da alvenaria em cada um dos blocos do pavimento (blocos A e B). É válido dizer ainda que a estratégia de divisão do pavimento em dois blocos foi discutida com o projetista estrutural para que fosse possível o estabelecimento estratégico dos eixos da estrutura e a previsão de atributos estruturais que permitissem a consideração dos blocos individualmente.

Embora se saiba que as paredes em alvenaria estrutural não devam ser executadas isoladamente devido às interseções entre elas, considerou-se, teoricamente, a possibilidade de fragmentar o conjunto de paredes em elementos individuais, ou seja, considerar cada parede de forma isolada, tal como prevê o Manual do Processo Construtivo Poli-Encol: execução (FRANCO et. al., 1991). Cada parede considerada isolada foi determinada por suas duas extremidades, que podem ser do tipo livre ou interseção com outra parede, que é o caso da maioria delas. É importante enfatizar que o projeto de sequência de execução da alvenaria estrutural está intimamente ligado ao projeto de locação dos escantilhões metálicos no pavimento. Contudo, este projeto não será discutido nesta pesquisa.

Após identificadas e isoladas, as paredes foram divididas em grupos e cada um deles recebeu uma denominação. Esta divisão levou em consideração os seguintes critérios:

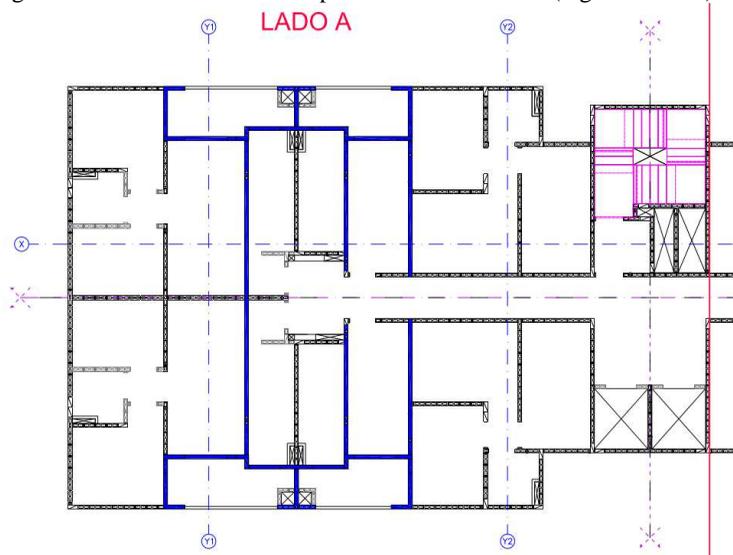
- a) análise da modulação, disposição da alvenaria, área de alvenaria estrutural e alvenaria de vedação;
- b) análise da existência e do posicionamento dos pontos de graute na alvenaria estrutural;
- c) análise dos pré-moldados do pavimento, dividindo-os em dois grupos: os que precisam ser transportados ao pavimento individualmente com a grua (que é o caso das peças de escada, sacada, vigas e lajes pré-moldadas) e os que podem subir através do agrupamento em uma gaiola (peças menores tais como as vergas de porta e consoles da escada);
- d) equipe de alvenaria para realização da elevação (da segunda à décima terceira fiada) formada por quatro serventes e sete bloqueiros. Estes bloqueiros são divididos em quatro equipes

(três delas com dois bloqueiros e a quarta com um bloqueiro), sendo uma destas equipes sempre responsável pela marcação das alvenarias nos dois lados do pavimento.

O dimensionamento da equipe para a execução da alvenaria considerou as áreas de paredes, o conhecimento de alguns índices históricos de produtividade na construtora, a execução da alvenaria de vedação concomitante à alvenaria estrutural, o prazo previsto para conclusão do pavimento e a meta de produtividade.

O estudo dos critérios para a divisão dos grupos de alvenaria enfatizou a necessidade de priorização da elevação das paredes que recebem as peças de escada e vigas pré-moldadas. Isso porque o içamento destas peças depende do uso da grua e não deve coincidir com o dia de içamento das lajes, também movimentadas pela grua, para não sobrecarregar o equipamento. A Figura 77 apresenta o posicionamento destes pré-moldados no pavimento: em azul estão destacadas as vigas pré-moldadas e em rosa as peças da escada (lances e muretas).

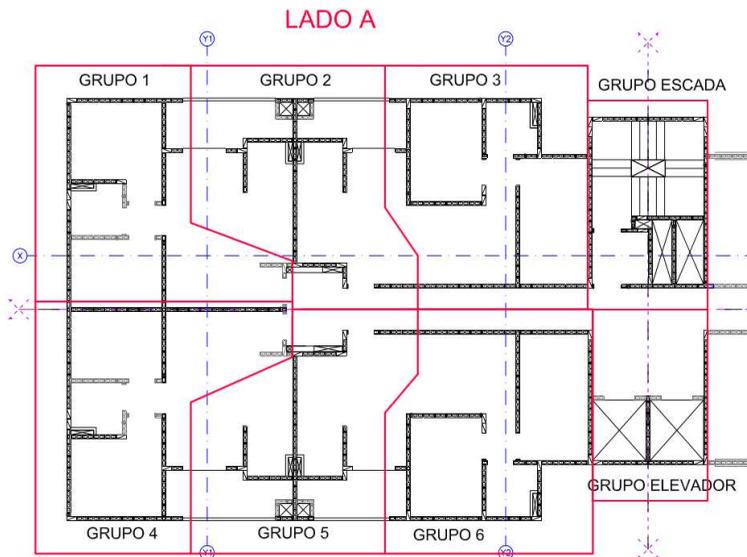
Figura 77 - Posicionamento dos pré-moldados maiores (vigas e escada)



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

Após a análise dos critérios da alvenaria e dos pré-moldados, a alvenaria do lado A foi dividida em oito grupos: escada, elevador, grupo 1, grupo 2, grupo 3, grupo 4, grupo 5 e grupo 6, conforme pode ser visto na Figura 78.

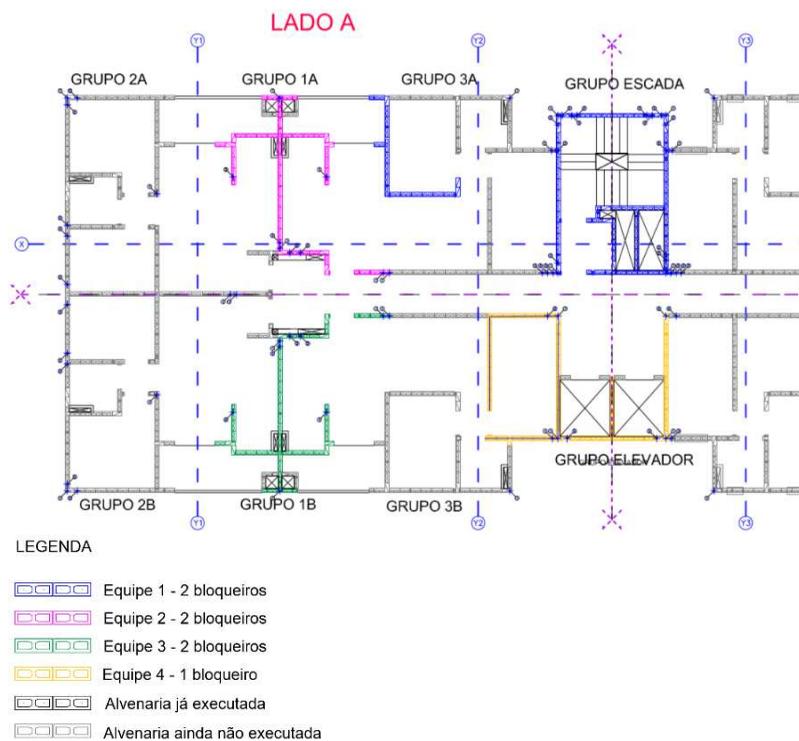
Figura 78 - Segmentação da alvenaria em grupos de trabalho no lado A



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

A proposta inicial do projeto para produção previa a priorização da execução dos grupos de escada, grupos 2, 5 e algumas paredes adjacentes, a fim de liberar a colocação das vigas pré-moldadas e das peças de escada. Considerando esta priorização e as premissas discutidas anteriormente, elaborou-se o anteprojeto da sequência de execução da alvenaria no pavimento. A Figura 79 ilustra um exemplo destas plantas prévias de sequência de alvenaria produzidas para a obra do empreendimento A. Nesta imagem, apresenta-se a produção do dia posterior à marcação (primeiro dia de elevação da alvenaria), em que a estratégia é priorizar a execução das alvenarias que receberão vigas pré-moldadas e escada. É possível verificar que as denominações dos grupos de alvenaria no anteprojeto eram diferentes, visto que a nomenclatura havia sido estabelecida, inicialmente, conforme a ordem de execução desses grupos. Ao se notar a necessidade de alteração na estratégia, apresentada mais adiante, optou-se por denominar os grupos de forma sequencial em que aparecem na planta do pavimento (da esquerda para a direita e de cima para baixo).

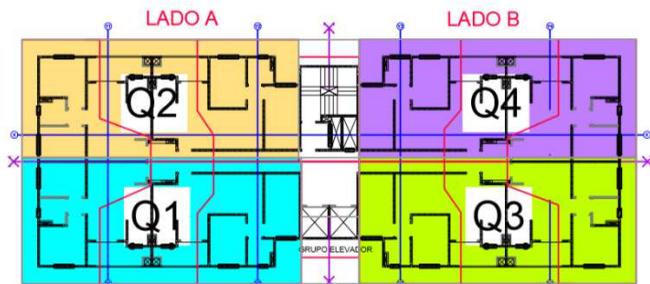
Figura 79 - Sequência de execução da alvenaria para o primeiro dia de elevação



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

No início do quarto trimestre de 2014 houve uma reunião de apresentação da proposta inicial do projeto para produção de sequência de alvenaria para a equipe de obras, representada na ocasião pelo líder da obra e pelo gerente de produção. Por sugestão da equipe de obras, a estratégia de priorização dos grupos sofreu uma importante alteração: embora a execução devesse priorizar os grupos cuja alvenaria receberia as peças de escada e vigas, concentrar o posicionamento de todas elas em num mesmo dia poderia causar a interdição de boa parte da área útil de trabalho no pavimento, devido à movimentação de peças sobre esta área. Isso porque, devido aos requisitos de segurança, não é permitido o tráfego ou permanência de pessoas abaixo das áreas de movimentação de cargas. Dessa forma, optou-se por dividir a área do pavimento em quadrantes e posicionar as vigas de cada quadrante em dias diferentes. A Figura 80 indica esta divisão.

Figura 80 - Divisão do pavimento em quadrantes



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

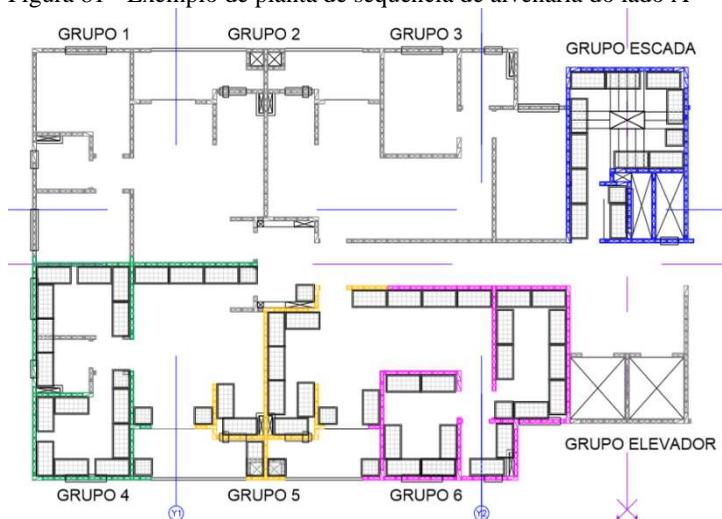
A distribuição das paredes da alvenaria estrutural em dias de produção gerou informação de quantitativo para o projeto de logística do pavimento, indicando quais paredes seriam executadas em cada dia de serviço e conseqüentemente quais os tipos e quantidades de blocos que deveriam ser levados ao pavimento para abastecer esta execução.

O projeto da seqüência de alvenaria também indicou o posicionamento dos andaimes metálicos para execução da elevação das paredes e dos grauteamentos. Este posicionamento é outro exemplo de informação que serviu como dado de entrada para o estudo de logística do pavimento, uma vez que apresenta as regiões livres que podem receber paletes de blocos, gaiolas de pré-moldados, masseiras e outros equipamentos. É válido lembrar ainda que estes itens não foram contemplados no projeto da seqüência de alvenaria pois são integrantes do projeto de logística, desenvolvido em paralelo.

Um exemplo de alteração proposta pelo projeto para produção da seqüência de alvenaria em relação aos equipamentos utilizados no processo vigente na construtora refere-se ao guarda-corpo metálico para proteção de periferia. Devido à necessidade de agilidade na elevação da alvenaria e a impossibilidade de se ter em um mesmo momento todas as paredes de periferia executadas, optou-se por fixar as hastes metálicas dos guarda-corpos de periferia na décima primeira fiada da alvenaria. Esta alteração permite que as paredes possam ser elevadas com a devida proteção e sem que haja a necessidade de interrupção dos serviços para telescopagem dos gradis de proteção. As hastes são reposicionadas após a finalização das elevações das paredes e antes da colocação das lajes.

A Figura 81 ilustra um exemplo da planta de seqüência de alvenaria do lado A para um dos dias de produção.

Figura 81 - Exemplo de planta de sequência de alvenaria do lado A



LEGENDA

	Equipe 1 - 2 bloqueiros
	Equipe 2 - 2 bloqueiros
	Equipe 3 - 2 bloqueiros
	Equipe 4 - 1 bloqueiro
	Alvenaria já executada
	Alvenaria ainda não executada

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

Diante da falta de um BTC estruturado na construtora, não havia um banco de informações que pudesse fornecer as características básicas do projeto para produção da sequência de alvenaria, bem como um histórico de sua utilização em obras anteriores. É válido dizer que este projeto nunca havia sido elaborado, sendo a aplicação no empreendimento A sua primeira oportunidade de implantação.

É importante salientar que antes de todo o desenvolvimento do projeto para produção de sequência de alvenaria, houve a necessidade de uma análise crítica e conceitual dos projetos legais desenvolvidos com o objetivo de identificar e corrigir possíveis interferências em relação ao subsistema da alvenaria. Após a análise, as informações foram enviadas aos projetistas para ajustes nos projetos executivos.

Ao longo da análise dos projetos, o memorial descritivo da obra também foi analisado em relação às especificações da alvenaria.

Contudo, este tipo de documento não fornece informações que orientem a forma de executar, apenas indica o tipo de material utilizado.

A análise crítica mais significativa foi realizada sobre o projeto arquitetônico e os pontos de melhoria elencados estão resumidos no Quadro 16. A mesma análise foi feita para os projetos de estrutura e instalações.

Quadro 16 - Itens elencados no projeto de arquitetura

DISCIPLINA DO PROJETO	FASE	DATA DA ANÁLISE	NOME DO ARQUIVO
Arquitetura	AP	fevereiro/2014	-
OBSERVAÇÕES			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modulação horizontal: necessidade de ajuste de dimensões em relação ao projeto arquitetônico inicial, para otimizar o uso de blocos compensadores e para deixar a estrutura modular;</li> <li>▪ Necessidade de ajuste de posicionamento das paredes a fim de permitir o máximo de alinhamento entre elas, sem descaracterizar o <i>layout</i> do apartamento e pensando em facilitar o processo executivo;</li> <li>▪ Necessidade de ajustes em relação à espessura das paredes de <i>shaft</i> para adequação às características do material de fechamento;</li> <li>▪ Necessidade de ajustes das dimensões das furações para passagem de tubulações (<i>shafts</i>);</li> <li>▪ Necessidade de previsão das áreas técnicas para os medidores de água e gás do pavimento, bem como para as prumadas de elétrica;</li> <li>▪ Necessidade de ajuste de dimensões mínimas de acessibilidade para adequação à NBR 9050 (ex: previsão de módulo de referência ao PNE na região da antecâmara da escada enclausurada);</li> <li>▪ Necessidade de ajuste de posicionamento dos elementos de banheiros e cozinhas, a fim de precisar a elaboração dos projetos das instalações;</li> <li>▪ Modulação vertical: o uso de pré-moldados na elevação das paredes gerou a necessidade de ajustes em relação à altura de peitoril, altura livre de vãos de portas internas e portas janela e compatibilização da altura de vigas.</li> </ul>			

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

Além da análise crítica dos projetos das outras especialidades, a etapa de anteprojeto também resultou no registro das definições básicas do escopo do projeto e seus componentes, registro das sugestões e críticas dos representantes da produção e no apontamento dos procedimentos que necessitavam de elaboração ou revisão, tal como o próprio procedimento executivo da alvenaria estrutural, que até o

momento não considerava os atributos do processo construtivo com pré-moldados.

### 6.2.2 Detalhamento

A etapa de detalhamento objetivou aprimorar o anteprojeto de sequência de alvenaria, o que ocorreu em paralelo ao desenvolvimento dos projetos executivos de arquitetura, estrutura e instalações. Informações do planejamento da obra e o projeto do canteiro também foram utilizados como dados de entrada para a definição dos detalhes.

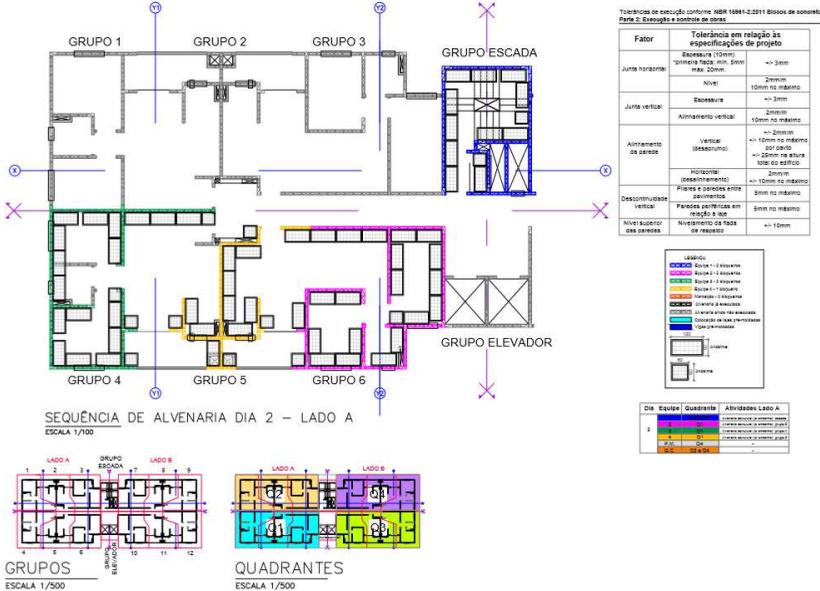
Ao longo do detalhamento, as visitas às obras foram fundamentais para discutir com os executores e a liderança de obra algumas estratégias de apresentação da informação.

A etapa de detalhamento resultou nas plantas finalizadas com apresentação da sequência de alvenaria, nos dois lados da torre, ao longo dos seis dias de produção do ciclo da estrutura (alvenaria e laje). Em complemento às plantas do pavimento também foi elaborado um memorial de projeto com detalhes da execução, tolerâncias admissíveis, procedimentos de controle e demais informações. O procedimento executivo da alvenaria estrutural também foi revisado para se adequar à proposta.

Em janeiro de 2015 as plantas finalizadas da sequência de alvenaria foram apresentadas ao líder da obra do empreendimento A em uma reunião presencial. Foram explicados os principais aspectos, discutido o método de utilização e os objetivos do projeto. O líder da obra manifestou aceitação do projeto, considerou-o bastante didático e possível de utilização em obra. Contudo, solicitou que houvesse acompanhamento da utilização deste projeto ao longo da execução no canteiro.

A Figura 82 apresenta o projeto de sequência de alvenaria detalhado para um dos dias de produção do ciclo. O projeto apresenta o *layout* da alvenaria estrutural e de vedação do pavimento e a distribuição da execução das paredes entre os quatro grupos de bloqueiros, sendo cada grupo representado por uma cor (verde, amarelo, rosa e azul). O projeto também indica o posicionamento dos andaimes e apresenta uma tabela resumida das tolerâncias de execução, com informações sobre espessura de juntas, prumo e alinhamento das paredes. Na parte inferior da prancha há uma planta com a divisão dos grupos de alvenaria de todo o pavimento e uma planta esquemática da divisão dos quadrantes.

Figura 82 - Planta de sequência de alvenaria - dia 2 lado A



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

### 6.2.3 Análise crítica

Devido à inexistência de um *check list* de escopo específico para este tipo de projeto, a análise crítica partiu do *check list* Escopo dos projetos para produção (apresentado no item 4.6) e o adaptou para o contexto da alvenaria, criando então o *check list* do projeto para produção de sequência de alvenaria.

A primeira aplicação do *check list* indicou a falta de detalhes construtivos especiais, tais como detalhes de juntas e embutimentos. O memorial de projeto foi então complementado com estes detalhes, bem como com desenhos indicando as tolerâncias da execução.

O APÊNDICE E indica os itens do *check list* do projeto de sequência de alvenaria e algumas justificativas de conformidade para cada item. É válido comentar que alguns itens dos requisitos dos projetos para produção foram considerados não aplicáveis ao subsistema.

## 6.3 PROJETO PARA PRODUÇÃO DE COLOCAÇÃO DE PEITORIL DE JANELAS

Este item apresenta a aplicação do modelo proposto ao projeto para produção de colocação de peitoril de janelas, que ocorreu no empreendimento B da construtora.

### 6.3.1 Anteprojeto

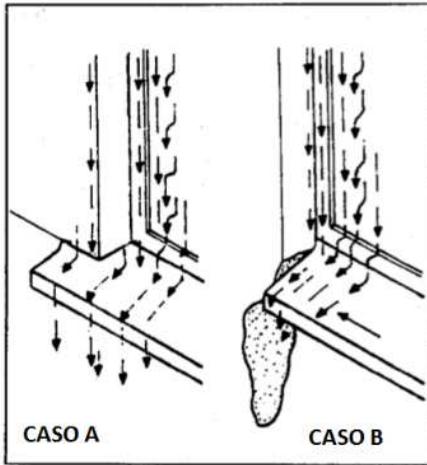
Após a verificação da necessidade de elaboração de um projeto para produção de colocação de peitoril de janelas, fez-se uma pesquisa bibliográfica sobre a técnica construtiva em artigos e materiais publicados sobre o assunto.

Embora a prática já fosse um padrão da construtora há mais de três anos, não caracterizando portanto a implantação de uma nova tecnologia, a técnica era passada de obra a obra através de orientações verbais do gestor da produção, sem que houvesse um procedimento ou uma instrução do serviço que deveria ser realizado. Dessa forma, a execução da etapa estava condicionada às decisões tomadas em canteiro, a partir de orientações recebidas da gestão da produção e do nível de experiência do mestre de obras.

As mesmas obras visitadas com fins de observação para a elaboração do projeto de sequência de alvenaria também foram fontes de coleta de informações para o desenvolvimento do projeto para produção de colocação de peitoril de janela. Ao longo das visitas foram notados os seguintes pontos:

- a) em algumas obras o peitoril da janela não entrava nas laterais da alvenaria, o que poderia gerar patologias na fachada devido ao acúmulo de poeira que seria percolada pela água. A Figura 83 apresenta um comparativo entre a forma correta de colocação do peitoril de janelas e a forma incorreta;

Figura 83 - Forma correta de colocação de peitoril (caso A) e forma incorreta (caso B)



Fonte: adaptado de Maciel e Melhado (1999).

- b) nas obras em que o peitoril entrava na lateral da alvenaria, os rasgos nos blocos chegavam a dimensões de até 10cm de largura e eram realizados com auxílio de marretas;
- c) irregularidades na espessura de reboco comprometiam a largura livre de pingadeira na fachada da edificação;
- d) as pedras de ardósia muitas vezes chegavam à obra com comprimentos inferiores ao vão pois não havia diretrizes que norteassem a especificação das dimensões destas peças.

Com as informações da pesquisa bibliográfica e a análise da prática em outras obras da construtora em comparação à boa prática construtiva, iniciou-se o levantamento das características do projeto que deveriam fazer parte de seu escopo, já que não havia estas informações registradas em um BTC.

Realizou-se então a análise crítica dos projetos arquitetônico, estrutural e de instalações. Devido ao estágio da obra, a análise foi baseada nos projetos executivos. A análise crítica mais significativa foi a da arquitetura pelo fato do projeto arquitetônico não indicar a necessidade de colocação de peitoris de janelas com pingadeira. Os registros da análise crítica do projeto de arquitetura estão apresentados no Quadro 17.

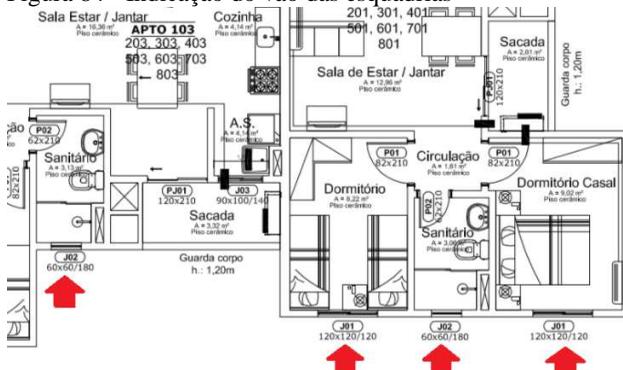
Quadro 17 – Itens elencados no projeto de arquitetura

DISCIPLINA DO PROJETO	FASE	DATA DA ANÁLISE	NOME DO ARQUIVO
Arquitetura	PE	janeiro/2015	---
OBSERVAÇÕES			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O projeto arquitetônico não apresenta as esquadrias em seu tamanho real: a representação gráfica é do vão da alvenaria e a indicação da esquadria aparece apenas na legenda da janela/porta e na tabela de esquadrias;</li> <li>▪ Não há detalhes da folga entre a esquadria e o vão da alvenaria;</li> <li>▪ Não são apresentados os detalhes de embutimento e fixação das janelas, bem como se esta fixação ocorre no meio da espessura da alvenaria (eixo da parede) ou é alinhada à fachada;</li> <li>▪ Não há informações no projeto sobre a necessidade de colocação de peitoril de janelas, e portanto, não há detalhes executivos sobre este peitoril: se é de concreto, pré-moldado ou de pedra natural, como é feito seu embutimento, qual a argamassa de assentamento, quais as tolerâncias, entre outras informações;</li> <li>▪ O projeto não apresenta informações sobre o momento de colocação dos peitoris e das esquadrias de forma a não prejudicar o desempenho dos subsistemas.</li> </ul>			

Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

A Figura 84 mostra a indicação das janelas no projeto arquitetônico (setas vermelhas da figura), em que não há representação das características dos peitoris e nem indicação de sua necessidade.

Figura 84 - Indicação do vão das esquadrias



Fonte: cedida pela construtora (2015).

Embora o projeto arquitetônico não faça referências à necessidade de execução dos peitoris, o memorial descritivo da obra especifica o material utilizado como peitoril das janelas (ardósia), a necessidade de instalação com inclinação no sentido externo à torre e a existência de pingadeira na parte inferior.

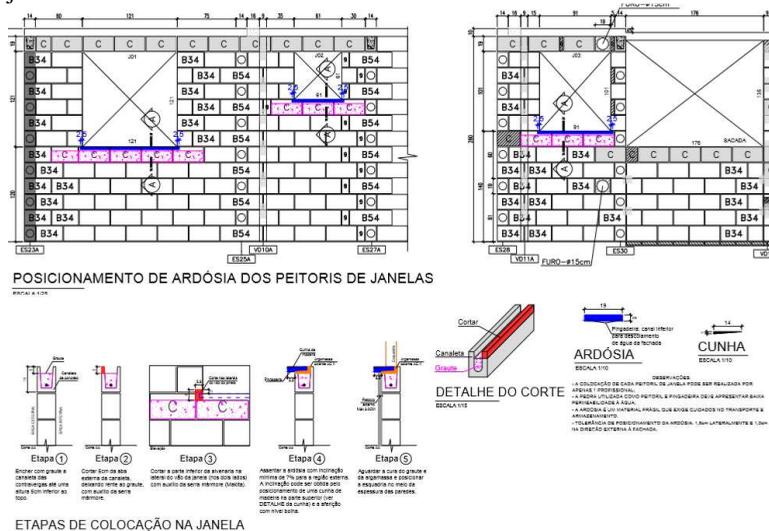
Com base nas informações adquiridas ao longo do processo, foi então elaborado o anteprojeto de colocação de peitoril de janelas e em seguida foi realizada uma reunião com a liderança de obras para apresentação prévia do projeto. Durante a reunião, os principais itens foram discutidos e a equipe de obras apresentou boa aceitação do projeto, concordando com a necessidade de documentação do processo.

### **6.3.2 Detalhamento**

Após novas visitas à obra e levantamento de detalhes construtivos, foi realizado o detalhamento do projeto para produção. Foi também elaborado um procedimento executivo para colocação de peitoril de janelas, que além de nortear a produção em obra, atua como fonte de informação para o orçamento, pois indica quais os requisitos que devem ser considerados em relação ao peitoril, tais como dimensões e especificação de material.

Em fevereiro de 2015 o projeto para produção detalhado foi apresentado à equipe de obras em reunião presencial, sendo realizada em seguida a sua análise crítica. A Figura 85 apresenta o projeto para produção elaborado. O projeto apresenta a colocação do peitoril das janelas em elevação e em corte, indicando as etapas que devem ser realizadas, desde a previsão do vão na alvenaria até o posicionamento da pedra com a pingadeira.

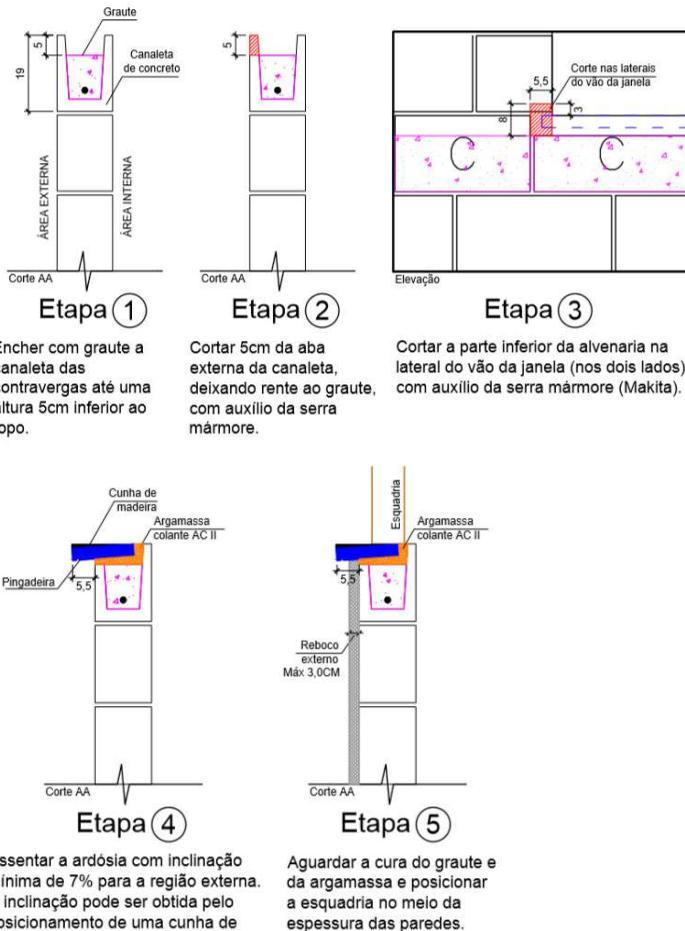
Figura 85 - Detalhamento do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

A Figura 86 indica as etapas de colocação da ardósia e as atividades que devem ser realizadas em cada etapa.

Figura 86 - Indicação das etapas de colocação



Fonte: elaborado pela autora para a construtora (2015).

### 6.3.3 Análise crítica

Tal como no projeto de sequência de alvenaria, não havia um *check list* de escopo para o projeto de colocação de peitoril em janela. Adaptou-se então o *check list* Escopo dos projetos para produção

(apresentado no item 4.6) para avaliação e análise crítica do projeto para produção detalhado.

O APÊNDICE F indica os itens do *check list* do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas e as evidências de conformidade dos itens avaliados.

### 6.3.4 Implantação e acompanhamento

A etapa de implantação e acompanhamento da utilização do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas iniciou logo após a análise crítica do projeto e a realização dos ajustes necessários.

O projeto para produção foi disponibilizado no sistema *web* de projetos da construtora, estando à disposição para acesso da obra e dos demais setores interessados. Na primeira visita à obra os atributos do projeto para produção foram novamente discutidos com a liderança de obra e, devido ao baixo nível de complexidade do processo, não houve treinamento da mão de obra.

Ao longo dos meses de março, abril e maio de 2015 foram realizadas visitas à obra do empreendimento B para acompanhar a utilização do projeto, bem como coletar informações e críticas. As observações e intervenções realizadas nas visitas de acompanhamento permitiram as seguintes considerações:

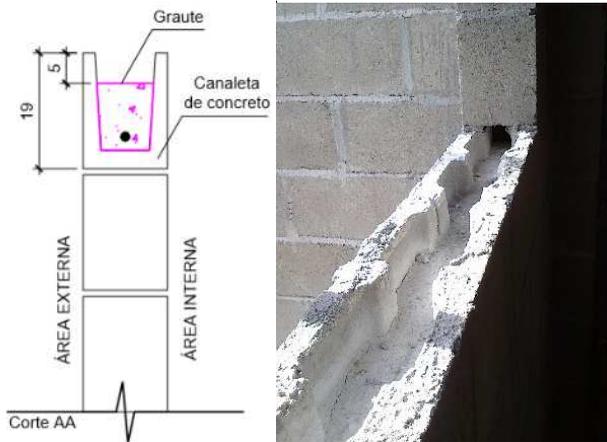
- a) a cunha de madeira proposta no projeto para auxiliar a colocação da ardósia em desnível foi aprimorada pelos executores, que confeccionaram um gabarito com a mesma inclinação da cunha mas que alcança toda a extensão da maior dimensão da pedra, e não apenas alguns pontos;
- b) o projeto para produção indica a utilização de serra mármore para o corte das laterais inferiores da alvenaria onde a ardósia entra alguns centímetros. Contudo, em poucas janelas foi diagnosticada a realização do corte com a serra mármore. Na maioria dos casos a alvenaria foi rasgada com auxílio de martelo e talhadeira. Quando questionado sobre esta ação, o mestre de obras justificou que o uso da serra mármore é mais demorado do que o da talhadeira e que esta última foi utilizada por questões de produtividade;
- c) mesmo que a serra mármore não tenha sido utilizada na maioria dos casos, os cortes laterais na alvenaria diminuíram significativamente em relação às obras anteriores;
- d) algumas pedras de ardósia chegaram à obra com dimensões erradas (maiores ou menores do que o vão) o que pode ser reflexo

da falta de especificação destes materiais no projeto arquitetônico do empreendimento B;

- e) um dos executores da obra desconhecia o projeto para produção e suas orientações.

As imagens a seguir (Figura 87, Figura 88 e Figura 89) mostram algumas etapas do projeto para produção que foram seguidas na obra do empreendimento B.

Figura 87 - Grauteamento da canaleta de contra verga



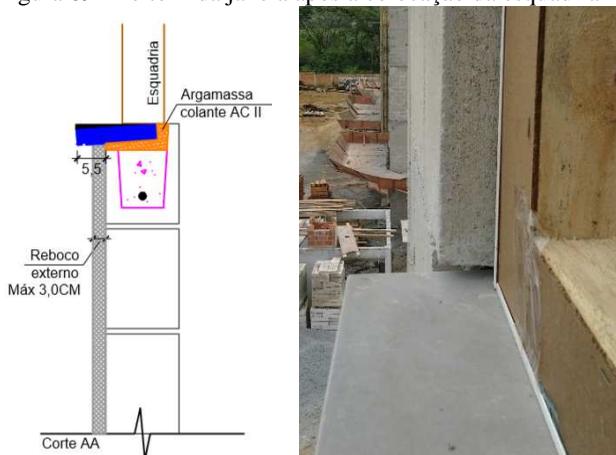
Fonte: da autora (2015).

Figura 88 - Assentamento da ardósia entrando na lateral da alvenaria



Fonte: cedida pela construtora (2015).

Figura 89 - Peitoril da janela após a colocação da esquadria



Fonte: cedida pela construtora (2015).

Ao longo das visitas à obra foram feitos os registros das informações relacionadas ao subsistema e à utilização do projeto para produção, a fim de servir como fonte de informações aos próximos projetos a serem elaborados.

### 6.3.5 Análise de desempenho

O acompanhamento da utilização do projeto para produção em obra permitiu a análise do seu desempenho através da utilização do Documento de análise de desempenho (apresentado no item 5.3). O questionário tomou como base as informações de escopo do projeto e as condições de utilização em obra.

Sob ponto de vista do projetista, representado pela autora desta pesquisa, o projeto poderia melhorar nos seguintes aspectos:

- a) deixar mais clara a utilização da cunha de madeira como gabarito da inclinação do assentamento da ardósia do peitoril;
- b) precisa haver treinamento da mão de obra executora em relação aos atributos do projeto para produção para garantir que todos estejam cientes da técnica construtiva a ser utilizada e não haja situações tais como a presenciada no empreendimento B em que um dos executores desconhecia o projeto e suas orientações;

Na aplicação do questionário à equipe de obras, realizado oralmente através de entrevista, o único ponto comentado, relacionado ao projeto, refere-se à sugestão de indicação, no projeto para produção

de colocação de peitoril de janelas, da especificação da argamassa que deve ser utilizada para a instalação das janelas após a etapa de colocação do peitoril, pois esta informação gerou dúvidas no momento da execução.

Outro comentário realizado, mas que não está diretamente relacionado ao projeto para produção, foi para verificar a possibilidade de aumento em 1cm da largura do vão para colocação da esquadria. O aumento desta dimensão resultaria em uma folga um pouco maior entre a esquadria e a alvenaria, o que facilitaria o processo de colocação e chumbamento da janela. Ainda sobre a alvenaria, a equipe de obras sugeriu uma pequena modificação em relação ao grauteamento das contravergas que ocorre antes da colocação do peitoril. O projeto previa que a canaleta de concreto deveria ser preenchida até uma altura de 5cm da borda superior. Contudo, os executores afirmaram que o ideal seria 6cm, pois com 5cm houve necessidade de quebra do graute em alguns casos.

Ao ser questionado sobre a eficiência do projeto, o líder da obra considerou válido por definir detalhes importantes da execução que poderiam gerar dúvidas. Ele sugeriu também que um projeto semelhante fosse feito para orientar a colocação dos peitoris nas alvenarias das sacadas. O mestre de obras, contudo, não considerou que o projeto tenha agregado muitas informações à execução, pois representava uma prática já conhecida na construtora. Entretanto, vale comentar que esta posição do mestre pode estar associada ao fato de ele ser o detentor deste conhecimento prático e pode não se aplicar aos demais executores.

### **6.3.6 Retroalimentação**

Na etapa de retroalimentação do modelo foi feito o registro final de todas as informações de análise do projeto, desde as observações do início de sua elaboração até as críticas e sugestões da obra ao longo da implantação e utilização, bem como os itens elencados na análise de desempenho do projeto.

É importante que nesta etapa sejam redigidas as diretrizes relacionadas à interface entre o projeto para produção e os projetos de arquitetura, estrutura e instalações. Também devem ser registradas as recomendações para a elaboração do projeto para produção aplicado, que servirão como diretrizes aos próximos projetos semelhantes. Estes registros foram feitos com o auxílio do documento proposto Registro de dados técnicos. Um exemplo de informação acrescida às diretrizes de elaboração do projeto consiste na observação sobre a possibilidade de

agregar ao projeto para produção de colocação de peitoril de janela as informações relacionadas à colocação da esquadria, devido à relação entre as etapas. Dessa forma, o projeto para produção abordaria as etapas de colocação de peitoril e instalação de esquadria.

Um dos propósitos desta pesquisa é que a sistematização do processo de projeto para produção identifique oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico, a fim de que sirvam de subsídios para a elaboração de diretrizes de projeto. Dessa forma, propõe-se que, ao final da retroalimentação, as informações compiladas em relação à análise crítica do projeto de arquitetura sejam acrescentadas ao *check list* do setor de Projetos, permitindo que estes itens sejam verificações constantes nos demais projetos de arquitetura e fechando o ciclo PDCA.

As informações da retroalimentação ficam à disposição para consulta dos projetistas da construtora, para que a elaboração dos próximos projetos para produção já considere os pontos de atenção e melhoria elencados.

## 6.4 OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO PROJETO ARQUITETÔNICO

A aplicação do modelo proposto aos casos da sequência de alvenaria e da colocação de peitoril de janelas demonstrou que o projeto arquitetônico é carente em relação aos aspectos executivos.

Uma das justificativas para esta deficiência de informações é a falta de estabelecimento de diretrizes para estes projetos (escopo mínimo, grau de detalhamento, informações necessárias, entre outros). Antes do desenvolvimento destas diretrizes, porém, é necessário que se faça a identificação dos pontos que necessitam ser corrigidos. Dessa forma, o objetivo desta seção é identificar as oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico, a fim de fornecer subsídios à elaboração de diretrizes para este tipo de projeto. Não é objetivo deste trabalho elaborar estas diretrizes e sim elencar pontos significativos.

Os itens levantados foram diagnosticados na fase de anteprojeto do projeto para produção, em que ocorreram as primeiras análises críticas dos projetos de arquitetura.

### 6.4.1 Pontos elencados no projeto de sequência de alvenaria

A realização das etapas de elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria estrutural foi fundamental para que se pudesse testar o roteiro inicial do modelo proposto. Mesmo sem ter ocorrido a

aplicação do projeto em obra, o desenvolvimento das etapas de anteprojeto, detalhamento e análise crítica permitiu que se voltasse ao projeto arquitetônico e se identificasse alguns pontos importantes que deveriam estar contidos neste projeto.

Mesmo tendo sido realizada uma análise crítica e conceitual do projeto arquitetônico ao longo da elaboração do projeto para produção, inicialmente na etapa de anteprojeto, verificou-se que alguns dos pontos de melhoria elencados não foram considerados na revisão da arquitetura.

Com base nas informações necessárias à elaboração do projeto para produção da sequência de alvenaria, elencou-se algumas deficiências do projeto arquitetônico que devem ser foco de atenção da construtora para incremento de melhoria em todos os projetos, não apenas nos projetos para produção. As carências estão listadas a seguir:

- a) falta de identificação e representação das furações de *shaft* para passagens de tubulações hidrossanitárias e de gás, bem como prumadas elétricas. Mais importante do que a representação destas furações é a correspondência de suas dimensões com as necessidades reais da obra. Este é um exemplo de que o projeto arquitetônico não deveria ser elaborado de forma independente e sem a absorção das informações da estrutura e das instalações;
- b) a representação do fechamento dos *shafts* não demonstra a espessura real do material utilizado. Esta deficiência gera o posicionamento errado dos pontos de hidráulica e esgoto, pontos de elétrica e paginação de piso e azulejo, fazendo com que o projeto de arquitetura possua caráter pouco executivo;
- c) ausência de posicionamento e indicação das dimensões reais de áreas técnicas de instalações, tais como: prumadas de elétrica, medidores de hidráulica, medidores de gás, entre outros. Esta falha geralmente ocorre pois o projeto de arquitetura é considerado “finalizado” pelo projetista antes mesmo da elaboração dos projetos das instalações e do projeto estrutural, não havendo portanto uma retroalimentação das especificações;
- d) áreas da escada enclausurada e ante câmara projetadas nos limites mínimos normativos e sem considerar espessuras excedentes de reboco e pintura. Esta informação arquitetônica é repassada ao projetista do preventivo de incêndio e o projeto é aprovado sem que haja a consideração das espessuras que revestem a alvenaria. Esta situação, facilmente solucionável ainda na etapa de projeto, gera grandes transtornos no momento da aprovação do projeto pelo Corpo de Bombeiros após a finalização da execução do empreendimento;

- e) dimensões das aberturas e indicação das alturas de peitoris incompatíveis com as necessidades da alvenaria estrutural em relação à modulação vertical e horizontal. A arquitetura faz o lançamento inicial, a estrutura adapta a modulação e a arquitetura não revisa o projeto arquitetônico conforme as necessidades da estrutura. Ao longo da elaboração dos documentos os dois projetistas não se comunicam para analisar juntos eventuais incompatibilidades e suas soluções. A implicação desta falta de comunicação reflete na execução em obra, que muitas vezes recebe mais de uma informação para o mesmo subsistema;

#### **6.4.2 Pontos elencados no projeto de colocação de peitoril de janela**

Embora o projeto para produção de colocação de peitoril de janelas indique o como fazer, algumas informações contidas nele já deveriam estar definidas no projeto arquitetônico, deixando para o projeto para produção a função apenas de orientar em relação ao processo, e não em relação ao produto. Os pontos de melhoria elencados com base nas falhas identificadas estão listados a seguir:

- a) ausência de detalhes construtivos de colocação de esquadrias de alumínio e madeira;
- b) ausência de detalhes construtivos de colocação dos peitoris e pingadeiras das janelas e sacadas;
- c) ausência de informações sobre espessura dos revestimentos e as tolerâncias admissíveis;

#### **6.4.3 Outras considerações sobre o projeto arquitetônico**

Além dos pontos observados na análise crítica dos projetos arquitetônicos ao longo do desenvolvimento das aplicações, a presente pesquisa extrapolou a análise e identificou algumas carências frequentes do projeto arquitetônico que poderiam ser foco de atenção da construtora para incremento de melhoria em todos os projetos, não apenas nos projetos para produção. Os pontos de atenção estão listados a seguir:

- a) ausência de compatibilização da arquitetura com a estrutura da edificação, desde elementos simples de vigas de transição do primeiro pavimento até estruturas mais robustas como o ático da torre. Este, por sua vez, é projetado em certas dimensões pela arquitetura e, após passar pelo dimensionamento da estrutura, que na maioria das vezes altera as dimensões iniciais, não sofre nova

- atualização, levando à obra duas informações diferentes para execução;
- b) ausência de indicação de áreas que receberão impermeabilização (em planta e elevação);
  - c) ausência de indicação da altura e do material dos rodapés;
  - d) ausência de indicação de paginação de piso e azulejo com: especificação de materiais, representação das juntas em escala, previsão de recortes, entre outros;
  - e) ausência da indicação da altura dos pontos de elétrica e hidráulica após a execução dos revestimentos de piso, parede e teto (altura acabada com indicação de tolerâncias de posicionamento);
  - f) planta humanizada da arquitetura incompatível com os projetos de instalações elétricas e hidráulicas, como por exemplo, a posição do vaso sanitário invertida com o lavatório;
  - g) ausência de indicação em projeto de qual o revestimento que cada região do empreendimento recebe, por exemplo, se as paredes recebem reboco ou só selador e textura. Esta carência de informação gera dúvidas constantes das equipes de obra, sendo as mais frequentes relacionadas à necessidade ou não de reboco nas paredes do ático e a necessidade ou não de textura nas paredes internas da churrasqueira;
  - h) banheiros dos apartamentos para portadores de necessidades especiais não adaptados da forma correta exigida pela norma, havendo a necessidade de uma relocação de vaso sanitário e lavatório;
  - i) inexistência de detalhes e especificações sobre a churrasqueira e seu duto;
  - j) inexistência de indicação dos níveis do projeto e que estes níveis estejam compatíveis com os níveis da estrutura e fundação da obra;

É válido dizer que algumas informações citadas anteriormente estão especificadas no memorial descritivo da obra, como por exemplo, as informações sobre o material dos rodapés. Contudo, defende-se que estas informações estejam indicadas também sob a forma gráfica do projeto, já que consistem em detalhes necessários à correta execução da obra.

É interessante verificar como as oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico, listadas neste item, são compatíveis com os resultados obtidos no item do diagnóstico que analisou o conteúdo dos projetos executivos de arquitetura em relação às informações apresentadas (item 4.7). O resultado da avaliação dos projetos conforme

os produtos elencados pela AsBEA (2000) já demonstrava deficiências do projeto executivo de arquitetura no atendimento a itens como indicação de soleiras e peitoris, localização e dimensionamento dos vãos, indicação de acabamentos e revestimentos, detalhes de esquadrias, entre outros.

Sugere-se então que as oportunidades de melhoria listadas ao longo da elaboração dos projetos para produção, bem como os produtos finais do projeto executivo de arquitetura que foram avaliados no diagnóstico e que estão listados no APÊNDICE D, sejam referências iniciais para as seguintes ações no processo de projetos da construtora:

- a) avaliar o *check list* de análise crítica do projeto arquitetônico existente na construtora, bem como a importância da sua realização no processo de coordenação de projetos. Este *check list* pode ser complementado com as oportunidades de melhoria elencadas no estudo de caso e com os produtos finais sugeridos pela AsBEA (2000). É importante que neste último caso seja feita a adaptação dos pontos elencados à realidade da construtora e às exigências atuais de mercado, para que não haja duplicidade de informações entre projetos;
- b) documentar as diretrizes de projeto arquitetônico tomando como base as oportunidades de melhoria elencadas, visto que muitos pontos falhos frequentes podem ser evitados a partir do momento que a construtora repassa ao arquiteto o escopo esperado para o projeto, indicando quais as informações precisam estar contidas e de que forma deve ser esta representação.



## 7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são discutidas as considerações finais desta pesquisa em relação aos objetivos propostos. Estas considerações estão divididas em três partes: conclusões sobre os resultados obtidos, considerações sobre o modelo proposto e, para finalizar, sugestões para trabalhos futuros.

### 7.1 CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

O conceito de projeto para produção no contexto da construção civil brasileira vem sendo explorado há cerca de vinte anos com foco em subsistemas específicos do edifício, tais como lajes racionalizadas, fachada e principalmente a alvenaria de vedação. Contudo, não foram encontrados trabalhos que propusessem um método que pudesse ampliar a aplicação do conceito de projeto para produção a outros subsistemas da edificação.

Acredita-se que o objetivo geral deste trabalho foi atingido através da proposta de um modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto, que foi foco de intervenção para melhoria ao longo da aplicação no estudo de caso em dois edifícios residenciais.

Entendendo a racionalização construtiva como um conjunto de ações que focam na otimização de recursos, ficou evidente sua relação com o projeto para produção, cujo objetivo consiste em demonstrar o como fazer a fim de eliminar as interferências entre o produto e o processo.

Além da contribuição à racionalização construtiva, a sistematização do processo de projeto para produção forneceu subsídios ao estabelecimento de diretrizes ao projeto arquitetônico. Isso foi possível devido ao caráter cíclico do modelo proposto, cuja característica marcante consiste na retroalimentação de informações a um banco de armazenamento denominado de Banco de Tecnologia Construtiva.

Devido aos registros de informações ao longo do desenvolvimento das etapas e às análises que o processo de projeto para produção exige de outros projetos, a retroalimentação não ocorreu apenas nas informações dos projetos para produção, mas afetou as interfaces com a arquitetura, a estrutura, as instalações e demais especialidades. Entretanto, é importante salientar que o projeto para

produção não deve suprir deficiências nos projetos de outras disciplinas, mas sim atentar para estas falhas como um impulso à melhoria contínua.

Entre as interfaces de retroalimentação destaca-se nesta pesquisa o projeto arquitetônico pelo entendimento que se tem de sua importância como base para a elaboração dos projetos das outras especialidades do empreendimento, tais como o de estrutura e instalações.

A avaliação do conteúdo do projeto executivo de arquitetura, apresentada no diagnóstico, é uma das justificativas para o fato de existirem na construtora muitos projetos denominados de projeto para produção mas que são apenas melhoramentos executivos dos projetos existentes. E é interessante observar que esta deficiência de informações e detalhamentos não se restringe à arquitetura, sendo comum em projetos de instalações, prevenção contra incêndio e demais especialidades. Observa-se, portanto, que estas deficiências são culturalmente aceitas pelas empresas contratantes, o que atrapalha o aumento do nível de aprimoramento dos projetos no mercado da construção civil.

Os resultados das análises dos projetos arquitetônicos que foram realizadas ao longo das aplicações do estudo de caso concordam com os resultados da avaliação do conteúdo do projeto arquitetônico executivo do diagnóstico e demonstram várias carências que se revertem em oportunidades de melhoria. É preciso, porém, estar atento a um detalhe importante: a responsabilidade da falta de detalhamentos nos projetos, em especial o de arquitetura, não se restringe ao contratado. A empresa construtora possui parte da responsabilidade quando contrata projetos sem exigências de escopo e sem transmitir ao projetista os atributos inerentes a sua cultura construtiva. Esta falta de diretrizes culmina na entrega de projetos com o mesmo nível de exigência do mercado e muitas vezes carentes de informações executivas.

Na aplicação do modelo ao empreendimento A foi possível notar o potencial compatibilizador do projeto para produção, já que as análises dos demais projetos foram realizadas em etapa inicial de projetos legais. Na aplicação ao empreendimento B, porém, se a análise crítica dos projetos tivesse sido realizada em uma etapa anterior, muitos aspectos deficientes poderiam ter sido corrigidos antes do detalhamento do projeto para produção. Daí é que se tem a importância do projeto para produção nascer junto com os demais projetos da obra, para que a visão do processo não seja destinada ao projeto apenas no momento da execução no canteiro. O como fazer já precisa ser pensado desde as etapas iniciais do empreendimento, com fins de otimização dos recursos.

Os objetivos específicos elencados no início deste trabalho foram atingidos ao longo das quatro etapas proposta no método da pesquisa.

Na etapa preliminar de pesquisa foi realizado o levantamento dos requisitos e implicações dos projetos para produção em relação a sua elaboração e utilização. Deste levantamento resultou a elaboração dos *check lists* de avaliação que foram aplicados na segunda etapa do método, que consiste no diagnóstico, e avaliaram o estágio de desenvolvimento dos projetos para produção na construtora. Ao longo do diagnóstico também foram realizadas outras análises da empresa referentes a sua conduta, seus processos e projetos, que culminaram na definição da intervenção da pesquisa.

Na etapa de proposta do modelo foi apresentado o sequenciamento das etapas do modelo de processo de projeto para produção de alvenaria estrutural com blocos de concreto, bem como as atividades, dados de entrada, produtos gerados em cada etapa e as documentações de registro e controle. Proposto o modelo, iniciou-se a aplicação do mesmo nas duas etapas executivas elencadas para intervenção: sequência de execução da alvenaria estrutural e colocação de peitoril de janelas. Estas aplicações permitiram a identificação das oportunidades de melhoria no projeto arquitetônico.

A primeira aplicação focou nas etapas de elaboração do projeto para produção e gerou as primeiras oportunidades de melhoria ao modelo, que foram ajustadas para a segunda aplicação. Nesta, foi possível aplicar também as etapas referentes à utilização em obra, o que permitiu que o modelo fosse testado em todas as suas etapas propostas. Esta segunda aplicação gerou mais algumas possibilidades de melhoria no modelo, que são apresentadas nestas considerações finais. É válido dizer ainda que a segunda aplicação permitiu o giro do PDCA e a consolidação do modelo proposto inicialmente.

Como o foco desta pesquisa é o projeto para produção, enfatizou-se o início de um BTC partindo-se das informações de retroalimentação deste projeto. Contudo, entende-se o BTC como um banco de armazenamento de dados, informações e detalhes gráficos que vai além das diretrizes dos projetos para produção, englobando itens como índices de produtividade dos processos construtivos, procedimentos de gestão destes processos, detalhes construtivos de projeto, recomendações para especificação de materiais e componentes, diretrizes de projeto conforme a linha de empreendimento, lista mestra da nomenclatura dos projetos, informações sobre sistemas inovadores e suas metodologias, entre outros. Para que este núcleo de armazenamento seja possível, é necessário abranger a proposta do BTC para os demais

projetos e processos da construtora, bem como lapidar a cultura dos intervenientes no processo para a importância do registro das informações. E que isso aconteça desde o momento de concepção de um novo produto até a fase de pós-obra.

## 7.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO PROPOSTO

Após a primeira aplicação na elaboração do projeto para produção de sequência de alvenaria foram propostas melhorias ao modelo e este foi ajustado para a aplicação ao segundo projeto: colocação de peitoril de janelas. Esta aplicação consolidou o modelo proposto e também gerou considerações e sugestões que são apresentadas neste item.

De forma geral, o modelo proposto foi fácil de ser aplicado devido ao detalhamento das atividades que deveriam ser realizadas em cada etapa.

Um primeiro aprimoramento que poderia ser realizado no modelo, diagnosticado após a segunda aplicação, consiste em vincular os dados de entrada das etapas com os seus responsáveis e os produtos gerados em cada etapa com os interessados por estas informações (intervenientes do processo). Isso garantiria que o modelo estivesse entrelaçado não apenas ao processo de projetos existente na construtora, mas também a setores como Qualidade e Assistência Técnica, que poderiam retroalimentar o Banco de Tecnologia Construtiva.

Destaca-se aqui a retroalimentação ao setor da Qualidade, entendendo que os resultados obtidos ao longo da elaboração e utilização dos projetos para produção geram informações importantes em relação às padronizações de processos. A utilização do projeto em obra, por exemplo, pode elencar pontos deficitários nos processos que impactem nos controles e medições do Sistema de Gestão da Qualidade.

Outro vínculo necessário seria em relação aos dados de Assistência Técnica. Estes dados poderiam servir como informação para a priorização das etapas críticas de obra sobre as quais poderiam ser elaborados projetos para produção. Este fluxo permitiria a criação de novos projetos e a melhoria nos processos relacionados a eles, considerando a realidade da construtora foco da análise desta pesquisa.

Na etapa de implantação e acompanhamento realizada na aplicação do projeto de colocação de peitoril de janelas, os registros de utilização do projeto basearam-se em observações diretas e participantes, bem como nas impressões qualitativas adquiridas ao longo das visitas à obra. Entende-se que seja necessária a criação de

indicadores para as medições ao longo da implantação e acompanhamento em obra. O objetivo destes indicadores seria medir quantitativamente a eficácia do projeto para produção ao longo da execução da etapa da obra. Isso permitiria o diagnóstico de problemas relacionados ao projeto em um momento em que ainda seria possível adotar ações de contenção destas falhas. Esta análise de eficácia foi realizada ao longo da segunda aplicação desta pesquisa, contudo de forma indireta, através de observações e impressões qualitativas, sem que houvesse uma sistematização destas impressões.

A elaboração de indicadores de medição também poderia se estender à etapa de análise de desempenho do projeto para produção. Isso porque a aplicação dos questionários é trabalhosa e pode gerar variações nos resultados. Percebeu-se, após a segunda aplicação, que a equipe de obras não gostaria de ser responsável pelo preenchimento de mais um documento. O ideal seria, portanto, que estes indicadores focassem na medição do desempenho do projeto com base na sua utilização em obra e nos resultados obtidos na execução, sem que fosse demandado à obra um esforço adicional de preenchimento de documentos e levantamento de informações. Além disso, é essencial que estes indicadores sejam claros e que se entenda quais as ações que devem ser tomadas sobre os resultados de suas medições.

### 7.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A realização da pesquisa permitiu que se elencasse algumas sugestões para trabalhos futuros, sendo elas:

- a) utilização dos dados de Assistência Técnica como informações de entrada a uma priorização de etapas críticas da obra, a fim de estabelecer um método para priorização da elaboração de novos projetos para produção;
- b) desenvolvimento de indicadores de projeto para análise da efetividade do projeto para produção.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. F. de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

AQUINO, J. P. R. **Análise do desenvolvimento e da utilização de projetos para produção de vedações verticais na construção de edifícios**. 2004. 184f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

AQUINO, J. P. R. de; MELHADO, S. B. Perspectivas da utilização generalizada de projetos para produção na construção de edifícios. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, I., 2001, São Carlos. **Anais...** [S. l.:s. n.], [2001]. 6p.

\_\_\_\_\_. Proposição de diretrizes para utilização de projetos para produção na construção de edifícios: um estudo de caso. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, II., 2002, Porto Alegre. **Anais...** [S. l.:s. n.], [2002]. 6p.

\_\_\_\_\_. The importance of the design for production in the design process management in building construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: Conference Of The International Group Of Lean Construction, 2002. p. 337 - 347.

\_\_\_\_\_. O estabelecimento de parcerias entre empresas construtoras, projetistas e fornecedores como instrumento de melhoria no uso de projetos para produção na construção de edifícios. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, III., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** [S. l.:s. n.], [2004?]. Não paginado.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (Brasil) (Org.). **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**. São Paulo:

ABRAMAT, 2013. 33 p. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/site/lista.php?secao=9>>. Acesso em 10 fev. 2014.

\_\_\_\_\_. (Brasil) (Org.). **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**. São Paulo: ABRAMAT, 2014. 60 p. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/site/lista.php?secao=9>>. Acesso em 24 maio 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9004**: Gestão para o sucesso sustentado de uma organização - Uma abordagem de gestão da qualidade. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 47 p.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 28 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais: desempenho: Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a. 71 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995a. 10 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 13532**: Elaboração de projetos de edificações: arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995b. 8 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS GESTORES E COORDENADORES DE PROJETO (Org.). **Manual de escopo de serviços para Coordenação de projetos**. São Paulo: AGESC, 2008. 100p. Disponível em: <[www.agesc.com.br](http://www.agesc.com.br)>. Acesso em : 10 fev. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (São Paulo) (Org.). **Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e urbanismo**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2000. 96 p.

ÁVILA, T. C. F. **Gestão de projetos na construção civil**: avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis. 2010. 110 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008. 87 p. (Primeiros passos da qualidade no canteiro de obras).

BRASIL. **Lei nº 8666, de 21 de junho de 1993**. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/18666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666cons.htm)>. Acesso em 10 fev. 2014.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 98 p. (V. 21). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/paic/2011/default.shtm>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

BRASÍLIA. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. (Ed.). **Informe Conjuntural**. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2015. 15 p. (Ano 31 - nº 01). Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes-e-estatisticas/>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. . **Sondagem Indústria da Construção**. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2015. 8 p. (Ano 6 - nº 03). Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes-e-estatisticas/>>. Acesso em: 25 abr. 2015.

BUSARELLO, R. I. **Revisão Sistemática**. Florianópolis, 2014. 67 slides, color.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Brasil) (Org.). **Construção Civil: desempenho e perspectivas**. Brasília: CBIC, 2011. 21 p. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/balanco-nacional-da-industria-da-construcao>>. Acesso em: 10 fev. 2014

\_\_\_\_\_. (Brasil) (Org.). **A produtividade da Construção Civil brasileira**. Brasília: Gd7, 2012. 12 p. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civil>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. 2010. 251 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CORRÊA, V.C.; ANDERY, P.R.P. Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.104-125, 01 nov 2006. Semestral.

DING, L; ZHOU, Y; AKINCI, B. **Building Information Modeling (BIM) application framework**: The process of expanding from 3D to computable nD, Automation in Construction (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcont.2014.04.009>.

DUEÑAS PENÃ, M. **Método para a elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DUEÑAS PEÑA, M.; FRANCO, L.S. **Método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria**. São Paulo: EPUSP, 2004. 16p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/363.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.126-153, nov 2006. Semestral.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FRANCO, L. S.; SOUZA, U. E. L.; SABBATINI, F. H.; MEDEIROS, J. S.; SOLORZANO, M. G. P.; ROCKENBACH, N. P.; DORNELLER, V. P. **Manual do processo construtivo Poli-Encol: blocos e pré-moldados**. São Paulo, EPUSP, 1991. (Relatório Técnico do Convênio EPUSP/ ENCOL, Projeto EP/EM-5. Rt. N. 20.061).

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: EPUSP, 1993. 21 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/94.

GARCIA, D. (Org.). **Sondagem Indústria da Construção**. Goiânia: Confederação Nacional da Indústria, 2014. 50 slides, color. Disponível em: <<http://www.enic.org.br/conteudos/23-de-maio/>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

GASPAR, J. **O primeiro encontro – parte IV: Levantamento da produção acadêmica sobre BIM no ENTAC 2014**. 2015. Disponível em: <<https://obimeomar.files.wordpress.com/2014/12/2014-11-12-11-25-301.jpg?w=1200&h=&crop=1>>. Acesso em: 17 fev. 2015.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos**. São Paulo, 2003. 70 slides, color.

GREGORIO, M. H. R. de. **Edificações em alvenaria estrutural: uso e desenvolvimento do sistema construtivo e contribuições ao projeto arquitetônico**. 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

HELENA, F., Jr. **Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2012.

HOLANDA, E. P. T. de. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais**: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JO, H. H., PARSAEI, H. R., SULLIVAN, W. G. Principles of Concurrent Engineering. In: **Concurrent Engineering**: contemporary issues and modern design tool. Edited by Hamid R. Parsaei and William G. Sullivan. London: Chapman & Hall, 1993. p. 3-23.

LIBRELOTTO, L. I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA)**: aplicação no setor de edificações. 2005. 335 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LIMA, E. C. (Ed.). SindusCon-SP terá grupo de estudo de BIM. **Construção Mercado: Negócios de Incorporação e Construção**, São Paulo, v. 161, n. 161, p.8-8, dez. 2014. Mensal.

LIMA, M. A. de; NARLOCH, T. B.; LIBRELOTTO, L. I.; MUTTI, C. N. Avaliação da conduta empresarial de uma construtora através da aplicação de indicadores de desempenho. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2014, Bauru. **Anais...** . Bauru: SIMPEP, 2014a. p. 1 - 12. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=9](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=9)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

LIMA, Sérgio Henrique de Oliveira et al. Design Science: Perspectivas Paradigmáticas e Comparações com Estudo de Caso e Pesquisa-Ação. In: ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS DA ANPAD, 8., 2014, Gramado. **Anais...** . Gramado: Anpad, 2014b. p. 1 - 16. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEO/eneo\\_2014/2014\\_EnEO182.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEO/eneo_2014/2014_EnEO182.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2015.

LORDSLEEM JUNIOR, A. C.; MELHADO, S. B.. Análise de escopo do projeto para produção da alvenaria de vedação. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. São Paulo, v. 6, n. 1, p.3-14, 01 maio 2011. Semestral.

MACIEL, L. L. **O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada.** 1997. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. **A inserção do projeto dos revestimentos de argamassa de fachada no processo de produção do edifício.** São Paulo: EPUSP, 1997. 28 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/189.

\_\_\_\_\_. Diretrizes para o detalhamento do projeto do revestimento de argamassa de fachada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III., 1999, Vitória. **Anais...** [S.l.:s. n.], [1999]. 12p.

MANNESCHI, K. **Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada.** 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MARQUES, G.A.C. **Projeto na engenharia civil:** sistemas e procedimentos para a sua condução. São Paulo, 1979. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1979.

MAYR, L. R. **Modelo da participação do cliente na produção de edificações por encomenda.** 2007. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MEDEIROS, M.C.I. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil:** estudos de caso em construtoras. 2012. 395 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios:** aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de

Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

\_\_\_\_\_. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII. 1998, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1998. p. 739-747.

\_\_\_\_\_. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. 235 f. Tese (Livre-Docência) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MELHADO, S. B.; FABRÍCIO, M. M. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII. 1998, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1998. p. 731-737.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de Projetos ou Engenharia simultânea: qual é a melhor solução?. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 79-99, maio 2008. Semestral.

MONTEIRO, A. **Projeto para produção de vedações verticais em alvenaria em uma ferramenta CAD-BIM**. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para a garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. 389 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

\_\_\_\_\_. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII. 1998, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1998. p. 169-176.

PARSEKIAN, G. A., FURLAN JUNIOR, S. **Compatibilização de**

**projetos de alvenaria estrutural.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ANTAC, 2003.

PICCHI, F. A.; AGOPYAN, V. **Sistemas da qualidade na construção de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1993. 24 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/104.

RODRIGUES, M. B. **Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas.** 2005. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** 2003. 381 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. 321 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

\_\_\_\_\_. **A industrialização e o processo de produção de vedações:** utopia ou elemento de competitividade empresarial?. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: VEDAÇÕES VERTICAIS, 1998, SÃO PAULO. ARTIGO TÉCNICO, 1998, São Paulo, SP, 1998. p. 01-20.

SANTOS, J. L. S.. **Revisão Sistemática de Literatura.** Florianópolis, 2012. 42 slides, color.

SILVA, F. B. **Planejamento de processos de construção para a produção industrializada de edifícios habitacionais:** proposta de um modelo. 2012. 191 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA, G. V. **Gestão do processo de projeto**: estudo de caso em pequeno escritório de arquitetura de Florianópolis - SC. 2011. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. 167f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, A. L. R. **O projeto para produção das lajes racionalizadas de concreto armado de edifícios**. 1996. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. **O projeto e a qualidade das lajes de concreto armado de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1996. 24 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP). Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/169.

\_\_\_\_\_. O projeto para produção como ferramenta de gestão da qualidade: aplicação às lajes de concreto armado de edifícios. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII. 1998, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1998. p. 37-45.

SOUZA, F.; DE PAULA, N.; MELHADO, S. B. Evolução gerencial de uma empresa projetista brasileira: da implementação de modelos de gestão ao desenvolvimento do sistema de informações gerenciais. **Gestão de Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 47-66, jul./dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v8i2.80959>

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 4 ed. São Paulo: Cortez Editora, 1988. 107 p.

TZORTZOPOULOS, P. et. al. Diretrizes para a modelagem do processo de desenvolvimento de projeto de edificações. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, VII. 1998, Florianópolis. **Artigo**. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1998. p. 627-634.

WONG, L. M.; WANG, G. G.; STRONG, D.. A New Design for Production (DFP) Methodology with Two Case Studies. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, Canada, v. 12, p.263-273, dez. 2004.



## APÊNDICE A – Perguntas das entrevistas sobre o fluxo de projetos e projetos para produção na construtora

Quadro 18 - Guia de entrevistas com o setor de Incorporações

### CONCEPÇÃO DE PRODUTO

Como surge a ideia do produto?

Existe um *check list* para verificação das características do terreno?

Se houver *check list*, quais os principais itens verificados?

Quais as características analisadas na viabilidade do terreno (ex: número de torres, viabilidade econômica, etc.)?

A empresa utiliza *softwares* para análise de viabilidade dos empreendimentos?

Existe um *check list* para a análise de viabilidade?

No momento do estudo de viabilidade, são levados em conta fatores relacionados à construtibilidade e à facilidade de execução?

Quando nasce um novo empreendimento, os objetivos estão bem claros em relação ao público alvo, linha e necessidades dos clientes?

Os projetos passam pela validação da Engenharia antes da Incorporação e do início da aprovação nos órgãos legais?

O *folder* e as imagens de venda passam pela validação da Engenharia antes do lançamento do empreendimento?

Existe alguma observação adicional que você queira fazer em relação aos itens discutidos?

Fonte: da autora (2014).

Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos

Continua

### FLUXO E CARACTERÍSTICAS DOS PROJETOS

#### CARACTERÍSTICAS DO FLUXO DE PROJETOS

Como funciona o fluxo de projetos? (entradas, saídas, atividades)

O fluxo de projetos é respeitado? Se não: qual o motivo?

Os projetos passam pela validação da Engenharia antes da Incorporação e do início da aprovação nos órgãos legais?

Fonte: da autora (2014).

## Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos

Continuação

O folder e as imagens de venda passam pela validação da Engenharia antes do lançamento do empreendimento?
Os projetos passam pela validação da Engenharia antes de serem encaminhados à obra?
Como a obra recebe os projetos? (ex: entrega de plotagens, sistema simultâneo, entre outros). Esta forma é eficiente?
Todos os projetos do empreendimento já estão prontos quando a obra inicia ou são elaborados por etapas e “vão chegando” na medida em que a obra vai sendo executada?
Se a elaboração dos projetos é feita em etapas, existe uma definição clara de qual sequência deve ser seguida?
Os projetos de diferentes disciplinas são elaborados simultaneamente ou de forma sequencial e compartimentada?
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PROJETOS</b>
O conceito de projeto adotado na construtora considera aspectos relacionados à execução, a fim de facilitá-la?
Os projetos, de um modo geral, são adaptados à realidade da construtora quanto à definição da tecnologia construtiva adotada e à cultura construtiva da empresa?
Quais as disciplinas de projetos utilizadas pela construtora? (ex: estrutural, arquitetônico, outros)
São adotadas medidas de racionalização construtiva desde as primeiras fases do projeto? (ex: peças pré-moldadas, vãos modulares, etc)
Os projetos são desenvolvidos a partir da identificação das necessidades dos clientes?
Os projetos são desenvolvidos a partir de especificações de desempenho dos subsistemas do empreendimento?
Os projetos permitem a tomada de decisão e a resolução de problemas nas interfaces que provocam interferência?
Ao longo da obra existem retrabalhos relacionados a falhas de projetos? Estes retrabalhos implicam em aumento de custo?
Os projetos vem com muitos erros? Quais os principais?
Há falta de informação nos projetos?
Quais as principais informações que faltam aos projetos?

Fonte: da autora (2014).

## Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos

Continuação

<b>PROJETOS EXTERNOS</b>
Quais projetos são realizados por empresa terceira?
Há participação de profissionais da construtora na elaboração destes projetos terceiros, inclusive na coordenação e compatibilização?
Existe um <i>check list</i> de verificação dos projetos realizados por empresas terceiras? Quem é o responsável pela aplicação?
Em que momento este <i>check list</i> é aplicado? Este momento é adequado?
Quem é o responsável pela análise dos <i>check lists</i> preenchidos, referente aos projetos contratados de empresas terceiras?
Os projetos externos seguem uma padronização gráfica?
<b>PROJETOS INTERNOS</b>
Quais projetos são realizados internamente (ex: locação, <i>as built</i> , entre outros)?
Quem é o responsável pela elaboração dos projetos realizados internamente?
Existe um <i>check list</i> de verificação dos projetos realizados internamente? Quem é o responsável pela aplicação?
Em que momento este <i>check list</i> é aplicado? Este momento é adequado?
Quem é o responsável pela análise dos <i>check lists</i> preenchidos, referente aos projetos elaborados internamente?
Os projetos internos seguem uma padronização gráfica?
Para os projetos elaborados internamente, existe algum procedimento padrão com diretrizes que oriente a sua concepção?
Se houver procedimento, como é feito o controle destes documentos?
Quando um novo projeto interno precisa ser elaborado, como o responsável pela elaboração toma conhecimento das diretrizes que devem ser seguidas?
<b>COMPATIBILIZAÇÃO</b>
Existe uma compatibilização entre projetos de especialidades diferentes?
Como ocorre a compatibilização dos projetos? Quem é o responsável?
A compatibilização utiliza algum princípio de engenharia simultânea?
Existem reuniões de discussão sobre a compatibilização dos projetos? Qual a frequência? Onde ocorrem?
O coordenador de obras, o gerente de obras e os líderes de obra participam das reuniões de compatibilização de projetos?

Fonte: da autora (2014).

<b>RETROALIMENTAÇÃO</b>
A empresa possui mecanismos eficientes de retroalimentação de projetos?
Quais os principais setores que fornecem informações para a retroalimentação dos projetos?
As áreas de Suprimentos, Planejamento, Orçamentos, Pesquisa e Desenvolvimento, Vendas, entre outras, fornecem suporte adequado para as decisões a serem tomadas ao longo da etapa de projeto?
<b>AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS PROJETOS</b>
No fluxo de projetos existe alguma etapa específica para a avaliação do desempenho dos projetos? Em qual momento? Esta avaliação é eficiente?
Durante a obra, existe alguma etapa específica para a avaliação do desempenho de projetos? Em qual momento? Esta avaliação é eficiente?
O cliente final (consumidor) avalia o projeto da edificação em algum momento após a entrega das chaves?
<b>INTERFERÊNCIAS E AS BUILT</b>
O que a obra faz que gera interferências ao fluxo de projetos? (modificações urgentes que necessitem de <i>as built</i> , erros de execução, solicitações de revisão)
Interferências de obra, bem como a realização de <i>as built</i> , estão previstas no fluxo de projetos? Quem é o responsável pela sua elaboração?
Na fase de desenvolvimento do projeto <i>as built</i> percebe-se um esforço que poderia ter sido evitado se as modificações de projeto tivessem sido previstas anteriormente?
Existe alguma observação adicional que você queira fazer em relação aos itens discutidos?
<b>PROJETO PARA PRODUÇÃO</b>
No fluxo de projetos existe alguma etapa específica para a elaboração dos projetos para produção? Em qual momento?
No momento da elaboração dos projetos para produção, toda a informação necessária já está disponível?
Quais os projetos para produção que já estão inseridos no cotidiano das obras?
Os projetos para produção utilizados são efetivamente voltados à execução da etapa relacionada e as informações contidas nele são suficientes?
O projeto para produção é adaptado à realidade da obra quanto à definição da tecnologia construtiva adotada e à cultura construtiva da empresa?
Como e quando os projetos para produção foram inseridos na construtora?

## Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos

Continuação

<b>ELABORAÇÃO</b>
Quem são os responsáveis pela elaboração dos projetos para produção?
Existe um método formalizado na construtora para a elaboração do projeto para produção?
O projetista para produção participa do processo de projeto desde as etapas iniciais de concepção do produto, a fim de incorporar soluções mais compatibilizadas com as demais especialidades?
O projetista para produção tem liberdade para discutir técnicas e práticas construtivas com as equipes de obra?
O projeto é avaliado ainda na fase de elaboração, a fim de permitir melhorias?
O projeto para produção é produzido em função da análise de desempenho do subsistema a que se refere?
Como surge um novo projeto para produção? (ex: conforme demanda da obra, conforme lista pré-definida, entre outros)
Quando um projeto para produção é concebido, a proposta é testada antes de virar um padrão entre as obras?
Existe compatibilização entre o projeto para produção e o projeto das demais disciplinas envolvidas? Em que momento acontece?
<b>IMPLEMENTAÇÃO EM OBRA</b>
Quem são os responsáveis pela implementação dos projetos para produção nas obras?
Como ocorre a implementação nas obras? Existe alguma implementação piloto?
Como o projeto é apresentado à equipe de produção?
A maneira como os projetos para produção são apresentados à obra é eficiente?
A mão de obra é treinada para a execução do projeto para produção?
O projetista para produção visita a obra com frequência?
<b>CONTROLE</b>
Existe um mecanismo de controle dos projetos para produção vigentes em cada obra? É eficiente?
Existe algum banco de dados que armazena todos os projetos para produção elaborados?
Existe algum banco de dados que armazena todos os procedimentos de projeto e procedimentos executivos elaborados?
Existe um mecanismo de retroalimentação de informações de obra que proporcione melhoria contínua nos projetos para produção?

Fonte: da autora (2014).

## Quadro 19 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos

Conclusão

<b>RETROALIMENTAÇÃO</b>
Existe um mecanismo de retroalimentação de informações de obra que proporcione melhoria contínua nos procedimentos executivos e procedimentos de projeto?
Este mecanismo de retroalimentação é eficiente?
Existe algum banco de dados que armazena as informações de retroalimentação dos projetos para produção e procedimentos? É eficiente?
Existe padronização dos procedimentos executivos de modo que se estabeleça a consolidação da cultura construtiva da empresa?
Existe alguma observação adicional que você queira fazer em relação aos itens discutidos?

Fonte: da autora (2014).

## Quadro 20 - Guia de entrevistas com o setor de Projetos e Incorporações

<b>PROJETISTAS EXTERNOS</b>
Os projetistas consideram em suas soluções a cultura construtiva da empresa?
As responsabilidades dos projetistas estão bem definidas?
Existe disponibilidade dos projetistas para a realização de reuniões de compatibilização de projetos? E para a discussão de dúvidas?
Existe disponibilidade dos projetistas para visitar a obra periodicamente?
Os projetistas realizam treinamento com as equipes de obra em relação aos aspectos de projeto?
Existe disponibilidade dos projetistas para revisão de projetos que contenham erros ou carência de informações?
Existe algum item em contrato que permita que a construtora inove suas técnicas e faça alterações em projeto mesmo após a finalização destes?
Existe algum padrão de avaliação dos projetistas e seus projetos?
Existe algum padrão de avaliação das propostas para as contratações?
Os projetistas recebem as diretrizes da construtora de modo a norteá-los de forma objetiva?
Os projetistas respeitam os padrões gráficos exigidos pela construtora na forma de apresentação das informações?
Os projetistas atendem às expectativas da Construtora, entregando projetos a um nível de detalhamento que permita a correta execução?

Fonte: da autora (2014)

## Quadro 21 - Guia de entrevistas com as equipes de obra

Continua

<b>SATISFAÇÃO DOS CLIENTES INTERNOS (OBRA)</b>
<b>FLUXO DE PROJETOS</b>
Como a obra recebe os projetos? (ex: entrega de plotagens, sistema simultâneo, entre outros). Esta forma é eficiente?
Todos os projetos do empreendimento já estão prontos quando a obra inicia ou são elaborados por etapas e "vão chegando" na medida em que a obra vai sendo executada?
Se a elaboração dos projetos é feita em etapas, existe uma definição clara de qual sequência deve ser seguida?
<b>COMUNICAÇÃO</b>
O sistema de comunicação entre a obra e o setor de Projetos é eficiente?
Existe dificuldade de interpretação dos projetos pelas equipes de obra?
Se há dificuldades, qual o principal motivo?
Qual o procedimento realizado pela obra quando surge uma dúvida em projeto?
O tempo de resposta das dúvidas de projeto é adequado?
<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PROJETOS</b>
O conceito de projeto adotado na construtora considera aspectos relacionados à execução, a fim de facilitá-la?
Os projetos, de um modo geral, são adaptados à realidade da construtora quanto à definição da tecnologia construtiva adotada e à cultura construtiva da empresa?
São adotadas medidas de racionalização construtiva desde as primeiras fases do projeto? (ex: peças pré-moldadas, vãos modulares, etc)
Os projetos (externos e internos) seguem uma padronização gráfica?
Ao longo da obra existem retrabalhos relacionados a falhas de projetos? Estes retrabalhos implicam em aumento de custo?
Os projetos possuem muitos erros? Quais os principais?
Há falta de informação nos projetos? Quais as principais?
<b>COMPATIBILIZAÇÃO</b>
Existe compatibilização entre projetos de especialidades diferentes?
O coordenador de obras, o gerente de obras e os líderes de obra participam das reuniões de compatibilização de projetos?

Fonte: da autora (2014).

<b>RETROALIMENTAÇÃO</b>
A empresa possui mecanismos eficientes de retroalimentação de projetos? Como ocorre?
Durante a obra, existe alguma etapa específica para a avaliação do desempenho de projetos? Em qual momento? Esta avaliação é eficiente?
Há informações relacionadas a falhas de projeto que não são repassadas ao responsável pelos projetos? Neste caso, como e por quem o problema é resolvido?
<b>INTERFERÊNCIAS E AS <i>BUILT</i></b>
O que há em projetos que influencia a produção de maneira negativa? (ex: sacadas curvas, vigas aéreas, formas geométricas vazadas, formas curvas, falta de dente para delimitar área de reboco externo, etc)
O que a obra faz que gera interferências ao fluxo de projetos? (ex: modificações urgentes que necessitem de <i>as built</i> , erros de execução, solicitações de revisão)
A equipe de obras utiliza alguma ferramenta gráfica (ex: ferramenta CAD) para realizar alguma alteração de projeto ou elaborar detalhe que não existe nos projetos recebidos?
Quais as principais patologias geradas à obra, na fase construtiva, por falhas de projetos?
O que acontece quando a obra recebe uma não conformidade devido a um erro de projeto?
Existe algum banco de dados para cadastro dos erros de projeto, a fim de registrar as ocorrências?
<b>PROJETO PARA PRODUÇÃO</b>
Como vocês veem os projetos para produção que são enviados às obras? (indispensável, útil, pouco útil, inútil, desconhece)
O projeto para produção é adaptado à realidade da obra quanto à definição da tecnologia construtiva adotada e à cultura construtiva da empresa?
Os projetos para produção geram dúvidas à equipe de obras?
O projetista para produção tem liberdade para discutir técnicas e práticas construtivas com as equipes de obra?
O projeto é avaliado ainda na fase de elaboração, a fim de permitir melhorias?
Existe compatibilização entre o projeto para produção e o projeto das demais disciplinas envolvidas?

## Quadro 21 - Guia de entrevistas com as equipes de obra

Conclusão

Quem são os responsáveis pela implementação dos projetos para produção nas obras? Como o projeto é apresentado à equipe de produção?

A maneira como os projetos para produção são apresentados à obra é eficiente?

Juntamente ao projeto para produção, é entregue à obra um *procedimento para orientar a execução* da referente etapa de obra (procedimento executivo)?

Este procedimento executivo é compatível com a cultura construtiva da empresa?

A mão de obra é treinada para a execução do projeto para produção?

O projetista para produção visita a obra com frequência?

Existe um mecanismo de retroalimentação de informações de obra que proporcione melhoria contínua dos projetos para produção?

Existe um mecanismo de retroalimentação de informações de obra que proporcione melhoria contínua dos procedimentos executivos e procedimentos de projeto?

Este mecanismo de retroalimentação é eficiente?

**PROJETISTAS EXTERNOS**

Os projetistas consideram em suas soluções a cultura construtiva da empresa?

Existe disponibilidade dos projetistas para visitar a obra periodicamente?

Os projetistas realizam treinamento com as equipes de obra em relação aos aspectos de projeto?

Os projetistas atendem às expectativas da construtora, entregando projetos a um nível de detalhamento que permita a correta execução?

**RELAÇÃO COM ORÇAMENTOS E PLANEJAMENTO**

Todas as indicações de projeto estão previstas no orçamento e no planejamento da obra?

As exigências dos projetos para produção estão garantidas no orçamento e no planejamento da obra?

Qual etapa de obra apresenta hoje carência de informações ao ponto de necessitar com urgência de um projeto para produção?

Existe alguma observação adicional que você queira fazer em relação aos itens discutidos?

Fonte: da autora (2014).

Quadro 22 - Guia de entrevistas com o setor de Orçamentos

**ORÇAMENTOS**

Como é a comunicação entre o setor de Projetos e o de Orçamentos? Esta comunicação é eficiente?

O que a obra faz que gera interferências ao fluxo entre Projetos e Orçamentos? (modificações urgentes que necessitem de *as built*, erros de execução, solicitações de revisão, alteração de quantitativo)

Os projetos vem com muitos erros? Quais os principais? Há falta de informação?

Ao longo da obra existem retrabalhos relacionados a falhas de projetos? Estes retrabalhos implicam em aumento de custo (desvios)?

Existe disponibilidade dos projetistas para revisão de projetos que contenham erros ou carência de informações?

Os projetistas atendem às expectativas da construtora em relação à entrega dos quantitativos dos projetos?

Os projetistas fornecem taxas médias dos projetos? (ex: taxa média de aço, taxa de concreto, entre outras)

Todas as indicações de projeto (externos ou internos) estão previstas no orçamento da obra?

As exigências dos projetos para produção estão garantidas no orçamento e no planejamento da obra? (ex: equipamentos, detalhes construtivos, entre outros)

Os procedimentos executivos que acompanham os projetos para produção auxiliam no entendimento do orçamentista?

Fonte: da autora (2014).

Quadro 23 - Guia de entrevistas com a Assistência Técnica

**ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

De que forma são realizados os registros de chamados de assistência técnica na construtora?

É possível estabelecer alguma relação entre os índices de assistência técnica e a qualidade dos projetos enviados à obra? Se sim, esta relação é quantitativa ou qualitativa?

É de seu conhecimento a prática de projetos para produção adotada pela construtora? Se sim, você estabelece alguma relação entre estes projetos e as falhas de execução?

Fonte: da autora (2014).

## APÊNDICE B – *Check list* Diretrizes para incorporação dos projetos para produção

Quadro 24 - *Check list* Diretrizes para incorporação dos projetos para produção

DIRETRIZES PARA INCORPORAÇÃO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO		OCORRE?
1	O projetista para produção participa já nas primeiras etapas do projeto (anteprojeto);	
2	O projeto para produção é elaborado simultaneamente aos projetos executivos; acontece junto aos demais projetos, não sendo uma disciplina isolada;	
3	O projeto atua como agente compatibilizador, permitindo a análise crítica aos demais projetos;	
4	É realizada análise crítica do projeto para produção com foco na construtibilidade em relação aos projetos dos demais subsistemas (após finalização do projeto, antes do uso);	
5	O projeto atua como agente de integração entre o produto e o processo de produção;	
6	O projeto atua como elemento estratégico para a racionalização construtiva e a introdução de novas tecnologias;	
7	O desenvolvimento do projeto para produção envolve os agentes ligados à execução (obra);	
8	Existe definição do escopo de cada projeto para produção;	
9	Os projetos para produção tem como referência a padronização dos procedimentos de execução e controle dos serviços (existe esta padronização);	
10	Existe uma sistemática adequada para a implantação do projeto para produção;	
11	Há definição de indicadores de tolerância e controle, atuando como ferramenta de gestão da produção e da qualidade;	
12	A construtora aplica indicadores de qualidade ao projeto e ao processo;	
13	O projeto para produção não objetiva suprir informações de projetos deficientes;	
14	As etapas críticas de obra possuem projetos para produção que antecipem no papel a execução;	
15	Possibilita a execução dos serviços de forma contínua, sem alterações e improvisos, garantindo prazos, custos e qualidade especificados;	
16	Projetistas e construtores interagem para impedir que decisões sejam tomadas no canteiro de obras, de forma isolada;	
17	O projetista para produção apresenta o projeto à equipe de execução (engenheiro, mestre, encarregado);	
18	Ocorre capacitação dos projetistas para o conhecimento de obras de edificação;	
19	Para os projetistas terceiros: há exigência de visitas à obra em contrato;	
20	A construtora exige treinamento e capacitação da mão de obra;	
21	Ocorrem reuniões de validação do projeto para produção com o gestor da produção;	
22	É realizado protótipo da execução quando aplicável (ex: alvenaria de vedação do pavto tipo);	
23	Ocorre acompanhamento e monitoramento da produção (ex: caderno de monitoramento da produção);	
24	É realizada análise de desempenho do subsistema e avaliação do projeto para fins de retroalimentação (após a entrega da obra); o projeto evolui em ciclos iterativos;	

Fonte: da autora (2014)



## APÊNDICE C – *Check list* Escopo dos projetos para produção

Quadro 25 – *Check list* Escopo dos projetos para produção

Continua

ESCOPO DOS PROJETOS PARA PRODUÇÃO: Que informações deve conter o projeto para ser considerado um projeto para produção?	
1	Definição das técnicas construtivas (ou métodos construtivos);
2	Definição e projeto do processo de produção: o como fazer, antecipa a forma de produção (diretrizes), o projeto do meio de produção do sistema como um todo;
3	Informações sobre a disposição e a sequência de execução das atividades de obra (planejamento de etapas);
4	Informações sobre frentes de serviço (mão de obra);
5	Características do edifício que está sendo executado, em nível de detalhe superior ao de especificação genérica;
6	Soluções adaptadas à cultura construtiva e à tecnologia construtiva da empresa;
7	Definições conceituais do projeto para produção integradas às definições do produto;
8	As soluções para a execução estão integradas às decisões da equipe de obras sobre equipamentos, frentes de serviço e gestão de estoques;
9	Desenhos de detalhes construtivos especiais, tais como formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais de concreto armado ou protendido; detalhes especiais de montagem de armaduras, fixação, acabamento, detalhe de embutimento, moldagem entre outros detalhes (escala adequada);
10	Sequência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção (como prumadas de instalações, vão de esquadrias, entre outros); detalhes de colocação de componentes especiais;
11	Detalhes para fabricação de componentes pré-moldados, tais como vergas e contravergas; detalhes de fabricação de peças especiais;
12	Procedimento de execução dos componentes produzidos em obra;
13	Para ramais de instalações: sequência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
14	Para esquadrias: sequência de colocação; gabaritos; diagramas de montagem;
15	Sequência, posicionamento e detalhes de assentamento ou fixação dos revestimentos em geral; em revestimentos modulares, desenho de referência para cortes e arremates de componentes;
16	Especificação e caracterização de materiais e componentes, fornecendo opções (especificação não pode restringir a uma única possibilidade);
17	Definição dos requisitos de desempenho de materiais e componentes
18	Quantificação dos componentes;
19	Especificações técnicas para serviços oriundas das normas técnicas, específicas do empreendimento em projeto ou seguindo o padrão adotado e documentado pela construtora;
20	Procedimentos e controles de produção dos serviços que compõem o processo construtivo adotado; definição equipamentos utilizados no controle;
21	Limites de tolerância para a execução;
22	Definição do posicionamento de acessórios para execução das tarefas e do uso de equipamentos;
23	Informações sobre arranjo, organização e evolução do canteiro de obras;
24	Caderno de planejamento: índices de produtividade, critérios para definição de áreas de estoque e beneficiamento;
25	Definição dos planos de ensaio do subsistema, no caso de existir (ex: revestimento);

Fonte: da autora (2014)

Quadro 25 – *Check list* Escopo dos projetos para produção

Conclusão

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS PARA O PROJETO DO CANTEIRO DE OBRAS	
26	Desenho de implantação do canteiro com a disposição dos elementos e a evolução do canteiro ao longo das fases de obra (escala 1:200 ou 1:500);
27	Plantas de locação de equipamentos de transporte ou de controle, mostrando o posicionamento, a montagem e o deslocamento no decorrer da obra; raio de ação, trajetória, ciclo de produção (escala adequada);
28	Plantas e cortes transversais e longitudinais das edificações provisórias (escala 1:100);
29	Especificações técnicas para execução das edificações provisórias e detalhamento de itens não padronizados;
30	Características das centrais de produção e áreas de estocagem.

Fonte: da autora (2014)

## APÊNDICE D – *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Continua

<b>PROJETO DE EXECUÇÃO</b>	
Listagem dos desenhos de arquitetura	
<b>Planta de situação - escala 1:500 ou 1:1.000</b>	
1	Cotas de afastamento do lote em relação aos limites da quadra
2	Larguras de ruas e passeios
3	Cotas de afastamentos e recuos das edificações com relação aos limites do terreno
4	Orientação (norte magnético ou verdadeiro)
5	Denominação de ruas e praças limítrofes
6	Notas gerais
7	Carimbo/ selo
<b>Planta de implantação - escalas 1:200, 1:250, 1:500</b>	
1	Indicação do sistema de eixo de coordenadas do projeto
2	Orientação (norte magnético ou verdadeiro)
3	Limites do terreno e indicação de logradouros adjacentes
4	Vias de acesso
5	Curvas de nível (anteriores e do projeto)
6	Pormenor das áreas ajardinadas, vias internas, estacionamentos, áreas cobertas e respectivos detalhes construtivos
7	Indicação dos vários acessos (principal e secundários) previstos para o terreno e a edificação
8	Cotas de nível do piso acabado dos acessos
9	Designação dos diversos edifícios (ou fases) previstos
10	Cotas gerais
11	Notas gerais
12	Legendas
13	Carimbo/ selo

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Continuação

<b>Planta(s) do(s) pavimento(s) - escalas 1:100 e 1:50</b>	
1	Indicação de coordenadas de projeto
2	Indicação dos elementos do sistema estrutural, com distinção gráfica entre estes e as vedações
3	Indicação de cotas parciais entre coordenadas e cotas totais
4	Cotas de desenho, em pormenor, dos locais que serão desenhados em escala maior
5	Indicação dos cortes gerais, fachadas, elevações parciais, detalhes e seções
6	Indicação de níveis de pisos acabados e em osso
7	Indicação da função e área de cada ambiente
8	Localização e dimensionamento de equipamentos
9	Referência e numeração de sanitários, escadas, rampas, balcões, divisórias, gradis, guarda-corpos, corrimão, esquadrias (de madeira, ferro, alumínio), armários, bancadas e outros que serão desenhados em escala maior
10	Indicação do sentido de abertura das esquadrias
11	Indicação de sancas, rebaixos e proteções
12	Indicação de enchimentos, dutos e prumadas das instalações
13	Indicação de soleiras e peitoris com especificação completa dos materiais
14	Localização de fossas e sumidouros
15	Indicação dos pontos de distribuição de água e esgoto, inclusive para jardins, filtros, bebedouros e caixas de incêndio
16	Localização de torres de arrefecimento, fan-coils, central de refrigeração, elevadores, cabinas de transformação e outros
17	Localização e dimensionamento dos vãos quando se tratar de aparelhos individuais (de parede/ janelas)
18	Detalhamento da fixação ou especificação dos elementos suportes
19	Indicação dos quadros e caixas de distribuição das redes telefônica, elétrica, centrais de som, alarme, prumadas hidráulicas, etc.
20	Paginação dos revestimentos quando houver necessidade
21	Indicação da projeção dos reservatórios de água (inferior e superior) com respectivos acessos e capacidade em litros

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Continuação

22	Uso das convenções oficiais, especialmente em casos de reforma
23	Especificações gerais
24	Notas gerais
25	Tabelas com indicação de acabamentos, revestimentos e pisos
26	Quadro de dimensionamento das esquadrias onde constem referências, dimensões, especificações e quantidades de cada uma
27	Legendas
28	Carimbo/ selo
<b>Planta de cobertura - escala 1:200 e 1:50</b>	
1	Indicação do sistema de coordenadas do projeto
2	Indicação dos planos de cobertura e de calhas, com respectivos sentidos de inclinação de escoamento de águas
3	Indicação da posição e dimensionamento das calhas condutoras de águas pluviais e destino das mesmas
4	Cortes e seções parciais em centímetros
5	Indicação dos detalhes de cumeeiras, rufos, arremates e outros elementos
6	Especificação dos materiais, dimensionamento da solução estrutural básica, elementos de impermeabilização e isolamento termo acústico
7	Orientação (norte/ sul)
8	Notas gerais
9	Legendas
10	Carimbo/ selo
<b>Planta de forro - escala 1:50 (quando necessário)</b>	
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto
2	Desenho do forro, com indicação da posição e dimensionamento das placas ou lâminas, com especificação completa das mesmas
3	Representação específica e completa das luminárias, com indicação dos pontos de iluminação no teto

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Continuação

4	Representação dos aerofusos, sancas com respectivas grelhas de insuflamento e retorno para sistema de ar-condicionado central, quando no forro
5	Indicação dos pontos de instalações especiais, quando no forro
6	Representação das paredes e divisórias
7	Notas gerais
8	Legendas
9	Carimbo/ selo
<b>Cortes - escala 1:50 (quantidade compatível com a obra)</b>	
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto
2	Distinção gráfica entre elementos da estrutura e vedações seccionadas
3	Indicação dos perfis longitudinais e transversais naturais do terreno, aterros e desaterros, e dos novos perfis longitudinais e transversais do terreno
4	Nível dos pisos seccionados
5	Cotas verticais de piso, parciais e totais dos elementos seccionados
6	Notas gerais
7	Legendas
8	Carimbo/ selo
<b>Fachadas - escala 1:50</b>	
Desenhos de todas as elevações externas da edificação, com representação gráfica e especificação completa dos materiais de revestimento (marca, referência, cor, dimensões) determinando o respectivo modo de assentamento e acabamento, contendo:	
1	Indicação do sistema de coordenadas de projeto
2	Desenho das formas, quando utilizado concreto aparente
3	Indicação e especificação completa de vidros, cristais, elementos vazados, brises e esquadrias
4	Representação, numeração e sentido de abertura das esquadrias nas fachadas
5	Representação da localização de aparelhos de ar-condicionado, quando forem individuais (de parede/ janela)

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Continuação

6	Cotas parciais e totais dos componentes das fachadas
7	Medidas em cotas de nível e também dos pavimentos
8	Indicação das divisas do terreno
9	Notas gerais
10	Legendas
11	Carimbo/ selo
<b>DETALHES DE EXECUÇÃO</b>	
<b>Áreas molhadas</b>	
1	Plantas com indicação de posição e referência completa de louças sanitárias, ferragens e acessórios, bem como balcões, armários, soleiras, frisos, divisórias e arremates
2	Cortes na quantidade necessária, com cotas indicativas totais e parciais
3	Detalhes de bancadas e outros elementos construtivos com especificações de acabamentos, utilizando-se recursos de perspectivas, quando necessários
<b>Escadas e rampas</b>	
1	Planta com dimensionamento de pisos e patamares, representação e especificação completa de corrimão e revestimento de pisos e espelhos
2	Cortes na quantidade necessária, com cotas indicativas dos níveis, altura de espelhos, corrimãos e outros detalhes específicos, de acordo com o projeto
<b>Esquadrias metálicas</b>	
1	Elevação das esquadrias com representação das folhas e montantes (divisões e marcos), com cotas gerais dos seus componentes e indicação dos elementos fixos e móveis
2	Seções horizontais e verticais das esquadrias, com dimensões gerais dos seus componentes, definição de abertura, detalhes de vedação, de peitoris, de pingadores, puxadores, peças de comando, especificação das ferragens (dobradiças, pinos, pivôs, fechaduras), vidros, painéis etc.

Fonte: adaptado de ASBEA (2000).

Quadro 26 - *Check list* Conteúdo do projeto executivo de arquitetura

Conclusão

<b>Esquadrias de madeira</b>	
1	Elevações das esquadrias com representação das folhas e montantes, cotas gerais de seus componentes, indicação dos elementos fixos e móveis e tipos de acabamento
2	Seções verticais e horizontais das esquadrias, onde constem especificação, montagem e detalhes de vedação, de peitoris, bem como indicação e detalhes de puxadores e peças de comando, especificação das ferragens, vidros, painéis etc.
<b>DETALHES CONSTRUTIVOS</b>	
1	Plantas, seções, elevações e perspectivas isométricas, nas escalas 1:10, 1:05, 1:02, 1:01, em geral, complementando as próprias folhas de desenho de execução pertinentes, ou eventualmente através de pranchas específicas

Fonte: adaptado de AsBEA (2000).

## APÊNDICE E - *Check list* de verificação do projeto para produção de seqüência de alvenaria

Quadro 27 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de seqüência de alvenaria

Continua

ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
1	Definição das técnicas e métodos construtivos.	Especificação no projeto da utilização de alvenaria estrutural de blocos de concreto e alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, bem como da utilização de bisnaga para argamassa e do escantilhão metálico no assentamento destes blocos.
2	Definição e projeto do processo de produção (o como fazer) que antecipa a forma de produção.	O projeto indica qual a estratégia de ataque na execução da alvenaria: pavimento dividido em dois lados e cada lado dividido em grupos de alvenarias.
3	Informações sobre a disposição e a seqüência de execução das atividades de obra (planejamento de etapas).	Cada grupo de alvenaria possui seu dia específico de execução e grauteamento, conforme distribuição da produção nos dias do ciclo.
4	Informações sobre frentes de serviço (mão de obra).	As quatro equipes estão diferenciadas por cores e distribuem-se na execução dos grupos de alvenaria em cada dia de produção do ciclo.
5	Características do edifício que está sendo executado, em nível de detalhe superior ao de especificação genérica.	O projeto da seqüência de alvenaria considera o pavimento do empreendimento A, ou seja, não é uma especificação genérica de pavimento tipo.
6	Soluções adaptadas à cultura construtiva e à tecnologia construtiva da empresa.	A construtora já utilizava a técnica da alvenaria estrutural com bisnaga para argamassa. O projeto pretende melhorar a organização no pavimento, visto que a estratégia de ataque da execução da alvenaria sempre foi uma escolha tomada no canteiro de obras.

Fonte: da autora (2015).

Quadro 27 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de sequência de alvenaria

Continuação

ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
7	Definições conceituais do projeto para produção integradas às definições do produto.	O projeto considera as especificidades dos métodos construtivos, bem como respeita a concepção arquitetônica inicial que concede a definição do produto. Não há perdas dos aspectos de fachadas, áreas úteis e detalhes arquitetônicos por conta da implantação do projeto de sequência de alvenaria.
8	As soluções para a execução estão integradas às decisões da equipe de obras sobre equipamentos, frentes de serviço e gestão de estoques.	Nas fases de anteprojeto e detalhamento, as diretrizes do projeto para produção de sequência de alvenaria foram discutidas com representantes da produção em relação às equipes, à produtividade e ao uso da grua.
9	Desenhos de detalhes construtivos especiais, tais como formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais; detalhes especiais de montagem, fixação, acabamento, detalhe de embutimento, moldagem entre outros detalhes (escala adequada).	O projeto indica detalhe de passagens elétricas pelos grautes horizontais, detalhes de tolerância de execução, detalhes de espessura de juntas, entre outros.
10	Sequência de execução de paredes de alvenaria, com destaque para interferências com outros itens de produção tais como prumadas de instalações e vão de esquadrias.	As plantas de sequência de alvenaria indicam o posicionamento das esquadrias. As prumadas e instalações hidráulicas são externas à alvenaria.

Fonte: da autora (2015).

Quadro 27 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de sequência de alvenaria

		Conclusão
ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
11	Especificação e caracterização de materiais e componentes, fornecendo opções (especificação não pode restringir a uma única possibilidade).	O projeto apresenta as especificações dos blocos e da bisnaga para argamassa, bem como os requisitos de desempenho conforme as normas vigentes.
12	Definição dos requisitos de desempenho de materiais e componentes.	As especificações da argamassa e do graute constam no projeto estrutural.
13	Especificações técnicas para serviços oriundas das normas técnicas, específicas do empreendimento em projeto ou seguindo o padrão adotado e documentado pela construtora.	Além do memorial de projeto, há também o procedimento executivo revisado conforme o padrão da construtora.
14	Procedimentos e controles de produção dos serviços que compõem o processo construtivo adotado; definição de equipamentos utilizados no controle.	Foram definidos os controles para nivelamento dos escantilhões, prumo da primeira fiada e da elevação da alvenaria, nível das fiadas, nível da última fiada (respaldo) bem como os equipamentos de controle.
15	Limites de tolerância para a execução.	Cada prancha do projeto possui uma tabela que relaciona as tolerâncias de execução da alvenaria conforme a normativa vigente.
16	Definição do posicionamento de acessórios para execução das tarefas e do uso de equipamentos.	O projeto indica o posicionamento dos andaimes metálicos que auxiliam a execução a partir da sexta fiada e das plataformas de fechamento dos fossos de elevador e ventilação do pavimento.

Fonte: da autora (2015).

## APÊNDICE F – *Check list* de verificação do projeto para produção de colocação de peitoril em janelas

Quadro 28 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de colocação de peitoril em janelas

Continua

ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
1	Definição das técnicas e métodos construtivos.	Especificação no projeto da utilização de peitoril de janelas em ardósia, assentados com argamassa colante ACII sobre canaleta de concreto grauteada.
2	Definição e projeto do processo de produção (o como fazer) que antecipa a forma de produção.	O projeto indica o passo a passo de colocação da ardósia nos peitoris de janelas.
3	Informações sobre a disposição e a sequência de execução das atividades de obra (planejamento de etapas).	
4	Informações sobre frentes de serviço (mão de obra).	Há indicação no projeto da quantidade de mão de obra envolvida no processo.
5	Características do edifício que está sendo executado, em nível de detalhe superior ao de especificação genérica.	O projeto para produção de colocação de peitoril de janelas considera as características inerentes ao empreendimento B, tais como dimensões de vão, espessura de paredes, processo construtivo, entre outras.
6	Soluções adaptadas à cultura construtiva e à tecnologia construtiva da empresa.	A utilização de peitoris de janelas em ardósia já é uma prática corrente na construtora. Contudo, faltavam detalhes executivos e uma formalização da informação do processo, que até então era transmitida oralmente de obra para obra.

Fonte: da autora (2015).

Quadro 28 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de colocação de peitoril em janelas

Continuação

ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
7	Definições conceituais do projeto para produção integradas às definições do produto.	Embora o projeto arquitetônico nada cite sobre a colocação de peitoris em janelas, entende-se que sua colocação não gera perdas aos aspectos de fachadas, áreas úteis e detalhes arquitetônicos.
8	As soluções para a execução estão integradas às decisões da equipe de obras sobre equipamentos, frentes de serviço e gestão de estoques.	Nas fases de anteprojeto e detalhamento, as diretrizes do projeto para produção de colocação de peitoril de janelas foram discutidas com representantes da produção, a fim de não prejudicar as metas de produção da obra.
9	Desenhos de detalhes construtivos especiais, tais como formas, escoramentos, juntas em elementos estruturais; detalhes especiais de montagem, fixação, acabamento, detalhe de embutimento, moldagem entre outros detalhes (escala adequada).	O projeto indica detalhes de corte dos blocos, posicionamento da ardósia, detalhes da pingadeira, entre outros.
10	Sequência, posicionamento e detalhes de assentamento ou fixação dos revestimentos em geral; em revestimentos modulares, desenho de referência para cortes e arremates de componentes.	

Fonte: da autora (2015).

Quadro 28 - Relação dos requisitos com as informações contidas no projeto para produção de colocação de peitoril em janelas

Conclusão

ITEM	DESCRIÇÃO	JUSTIFICATIVA
11	Especificação e caracterização de materiais e componentes, fornecendo opções (especificação não pode restringir a uma única possibilidade).	O projeto apresenta as especificações das pedras de ardósia e da argamassa colante, bem como os requisitos de desempenho conforme as normas vigentes. As especificações inerentes aos blocos e à argamassa da alvenaria estrutural encontram-se no projeto estrutural.
12	Definição dos requisitos de desempenho de materiais e componentes.	
13	Especificações técnicas para serviços oriundas das normas técnicas, específicas do empreendimento em projeto ou seguindo o padrão adotado e documentado pela construtora.	Além do projeto para produção, foi também elaborado o procedimento executivo conforme o padrão da construtora.
14	Procedimentos e controles de produção dos serviços que compõem o processo construtivo adotado; definição de equipamentos utilizados no controle.	Como exemplo de controle definiu-se a utilização do nível bolha na aferição do desnível da ardósia colocada.
15	Limites de tolerância para a execução.	As tolerâncias em relação ao assentamento da ardósia foram indicadas nas notas do projeto.
16	Definição do posicionamento de acessórios para execução das tarefas e do uso de equipamentos.	O projeto indica que os cortes da alvenaria devem ser feitos com o auxílio de serra mármore e que o posicionamento da ardósia deve ser auxiliado com uma cunha de madeira e com o nível bolha.

Fonte: da autora (2015).

## ANEXO A – Indicadores para avaliação da conduta empresarial

No Quadro 29 estão apresentados os resultados dos indicadores para avaliação da conduta empresarial da construtora em estudo, conforme Lima et. al. (2014a). Nas avaliações considerou-se “FR” para fraco, “IN” para intermediária e “FO” para forte.

Quadro 29 - Avaliação dos indicadores de conduta

		Continua		
SIGLA	NOME DO INDICADOR	FR	IN	FO
DPPA	Produtos ambientalmente corretos		X	
DPAP	Análise do ciclo de vida de produtos e serviços	X		
DPDT	Desenvolvimento e introdução de tecnologias			X
DPPQ	Produtos com qualidade			X
DPPR	Padronização e racionalização dos produtos			X
DPFP	Flexibilização dos produtos		X	
DPDP	Diferenciação dos produtos			X
DPDLP	Diversificação da linha de produtos		X	
DPPP	Desenvolvimento de projetos para a produção			X
DPCP	Compatibilidade e coordenação de projetos	X		
DPES	Engenharia simultânea	X		
<b>DP</b>	<b>Desenvolvimento de produtos/processos</b>			<b>X</b>
PMIA	Aspectos e impactos ambientais		X	
PMIS	Aspectos e impactos sociais		X	
PMIE	Aspectos e impactos econômicos			X
PMPU	Prestação de serviços ao usuário final		X	
PMMP	Manutenção preventiva de equipamentos		X	
PMCO	Controles operacionais			X
PMAE	Atendimento a situações de emergência			X
PMOL	Organização e limpeza	X		
PMPE	Produção enxuta		X	
PMPP	Planejamento da produção			X
<b>PM</b>	<b>Produção e manutenção</b>		<b>X</b>	

Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).

Quadro 29 - Avaliação dos indicadores de conduta

Continuação

<b>SIGLA</b>	<b>NOME DO INDICADOR</b>	<b>FR</b>	<b>IN</b>	<b>FO</b>
CPA	Padrões ambientais aos fornecedores	X		
CPQ	Padrões de qualidade aos fornecedores		X	
CPS	Padrões sociais aos fornecedores	X		
CAF	Avaliação de fornecedores			X
CPE	Planejamento da entrega de suprimentos		X	
<b>C</b>	<b>Compras</b>	<b>X</b>		
RHPE	Programa de educação ambiental		X	
RHPP	Programas de prevenção de acidentes e doenças		X	
RHCD	Capacitação e desenvolvimento de pessoas		X	
RHPM	Programas para a melhoria da qualidade de vida		X	
RHPS	Projetos sociais	X		
RHST	Sistema de trabalho socialmente aceito			X
RHIC	Incentivo à criatividade e liderança	X		
RHGC	Geração de cultura organizacional			X
RHAO	Aprendizagem organizacional			X
RHEO	Ética organizacional		X	
<b>RH</b>	<b>Recursos humanos</b>		<b>X</b>	

Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).

Quadro 29 - Avaliação dos indicadores de conduta

Continuação

<b>SIGLA</b>	<b>NOME DO INDICADOR</b>	<b>FR</b>	<b>IN</b>	<b>FO</b>
AGSG	Sistema de gestão ambiental			X
AGSER	Sistema de gestão SER			X
AGSQ	Sistema de gestão da qualidade			X
AGSS	Sistema de gestão da saúde e segurança do trabalho			X
AGGI	Gestão da informação	X		
AGPE	Planejamento estratégico visando a sustentabilidade			X
AGDC	Documentação e controle de documentos			X
AGAD	Avaliação do desempenho sustentável			X
AGAC	Ações corretivas e preventivas			X
AGAR	Avaliação de riscos e oportunidades			X
AGAC	Avaliação da competitividade da empresa			X
AGAE	Função ambiental na estrutura administrativa			X
AGRSE	Função da RSE na estrutura administrativa			X
AGFQ	Função da qualidade na estrutura administrativa			X
AGEA	Envolvimento da alta administração			X
AGPC	Participação em entidades de classe			X
AGCO	Comprometimento da organização		X	
AGMC	Melhoria contínua			X
AGPE	Prática do exercício da cidadania organizacional			X
AGCM	Controle de não-conformidades			X
AGIE	Infraestrutura adequada			X
<b>AG</b>	<b>Administração geral</b>			<b>X</b>
FIA	Investimentos ambientais			X
FIS	Investimentos sociais			X
FDI	Demais investimentos			X
<b>F</b>	<b>Financeiro</b>			<b>X</b>

Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).

Quadro 29 - Avaliação dos indicadores de conduta

SIGLA	NOME DO INDICADOR	Conclusão		
		FR	IN	FO
JTL	Táticas legais		X	
JLA	Legislação ambiental			X
JLT	Legislação trabalhista e de RSE		X	
JLF	Legislação da saúde e segurança do trabalho	X		
JLTF	Legislação tributária e fiscal			X
JCDC	Código de defesa do consumidor	X		
<b>J</b>	<b>Jurídico</b>		<b>X</b>	
MVCP	Comunicação com as partes interessadas			X
MVPM	Pesquisa de mercado			X
MVIM	Imagem da empresa		X	
MVEA	Exigências ambientais das partes interessadas			X
MVES	Exigências sociais das partes interessadas			X
MVEE	Exigências econômicas das partes interessadas			X
MEIS	Interação com a sociedade			X
MVDS	Diferenciação de serviços prestados			X
<b>MV</b>	<b>Marketing e vendas</b>			<b>X</b>
DCD	Canais de distribuição			X
<b>D</b>	<b>Distribuição</b>			<b>X</b>
<b>Avaliação da conduta empresarial</b>				<b>X</b>

Fonte: adaptado de Lima et. al. (2014a).